目录

第一章　力　学 …… 3

考点一　匀变速直线运动及其公式图象 …… 3
考点二　重力　弹力　摩擦力 …… 3
考点三　力的合成与分解 …… 4
考点四　共点力的平衡 …… 7
考点五　牛顿运动定律及其应用 …… 10
考点六　超重和失重 …… 24
考点七　运动的合成与分解 …… 25
考点八　抛体运动 …… 26
考点九　圆周运动 …… 28
考点十　功和功率 …… 30
考点十一　万有引力定律及其应用 …… 32
考点十二　宇宙速度 …… 38
考点十三　动能和动能定理 …… 38
考点十四　重力做功与重力势能　弹性势能 …… 43
考点十五　功能转化与能量守恒　机械能守恒定律 …… 44
考点十六　动量　动量定理 …… 49
考点十七　动量守恒定律及其应用 …… 51
考点十八　弹性碰撞和非弹性碰撞 …… 51

第二章　电磁学 …… 53

考点一　库仑定律 …… 53
考点二　电场强度　点电荷的场强 …… 53
考点三　电场线　电势能　电势　等势面 …… 54
考点四　电势差以及与电场强度的关系 …… 56
考点五　带电粒子在匀强电场中的运动 …… 57
考点六　电容器的电压　电荷量和电容的关系 …… 63

考点七　欧姆定律和闭合电路的欧姆定律…… 64
考点八　电阻定律…… 66
考点九　电阻的串、并联 …… 69
考点十　电源的电动势和内阻…… 70
考点十一　电功率　焦耳定律…… 71
考点十二　磁场　磁感应强度　磁感线…… 72
考点十三　安培力及其方向…… 72
考点十四　带电粒子在匀强磁场中的运动…… 74
考点十五　磁通量和电磁感应现象…… 86
考点十六　法拉第电磁感应定律…… 86
考点十七　楞次定律…… 90
考点十八　自感　涡流…… 90
考点十九　交变电流及其图象…… 91
考点二十　正弦交变电流的函数表达式…… 91
考点二十一　理想变压器与远距离输电…… 92

第三章　热　学 …… 93

考点一　分子动理论…… 93
考点二　温度是分子平均动能的标志　内能…… 94
考点三　固体的微观结构　晶体和非晶体…… 95
考点四　液体的表面张力现象…… 96
考点五　气体实验定律…… 97
考点六　理想气体…… 98
考点七　热力学第一定律…… 99

第四章　光学　声学　相对论　物理常识 …… 100

考点一　光　学 …… 100
考点二　声　学 …… 101
考点三　相对论及原子物理 …… 104
考点四　物理常识 …… 104

第一章　力　学

考点一　匀变速直线运动及其公式图象

1.【答案】 BD

【解析】 根据题述,两车在 $t=3$ s 时并排行驶,由图线与横轴所围面积表示位移可知,在 $t=1$ s 时,甲车和乙车并排行驶,选项 A、C 错误.由图象可知,在 $t=1$ s 时甲车速度为 10 m/s,乙车速度为 15 m/s,0 ~ 1 s 时间内,甲车行驶位移为 $x_1=5$ m,乙车行驶位移为 $x_2=12.5$ m,所以在 $t=0$ 时,甲车在乙车前 7.5 m,选项 B 正确.从 $t=1$ s 到 $t=3$ s,甲、乙两车两次并排行驶的位置之间沿公路方向的距离为 $x=\frac{1}{2}\times(10+30)\times 2\ \text{m}=40$ m,选项 D 正确.

2.【答案】 B

【解析】 列车启动的过程中加速度恒定,由匀变速直线运动的速度与时间关系可知 $v=at$,且列车的动能为 $E_k=\frac{1}{2}mv^2$,由以上整理得 $E_k=\frac{1}{2}ma^2t^2$,动能与时间的平方成正比,动能与速度的平方成正比,AC 错误;将 $x=\frac{1}{2}at^2$ 代入上式得 $E_k=max$,则列车的动能与位移成正比,B 正确;由动能与动量的关系式 $E_k=\frac{p^2}{2m}$可知,列车的动能与动量的平方成正比,D 错误.

3.【答案】 BD

【解析】 本题可巧用逆向思维分析,两车在 t_2 时刻并排行驶,根据题图分析可知在 $t_1 \sim t_2$ 时间内甲车运动的位移大于乙车运动的位移,所以在 t_1 时刻甲车在后,乙车在前,B 正确,A 错误;依据 $v-t$ 图象斜率表示加速度分析出 C 错误,D 正确.

4.【答案】 CD

【解析】 $x-t$ 图象某点的切线斜率表示瞬时速度,A 错误;前 t_1 时间内,由于甲、乙的出发点不同,故路程不同,B 错误;$t_1 \sim t_2$ 时间内,甲、乙的位移和路程都相等,大小都为 x_2-x_1,C 正确;$t_1 \sim t_2$ 时间内,甲的 $x-t$ 图象在某一点的切线与乙的 $x-t$ 图象平行,此时刻两车速度相等,D 正确.

5.【答案】 A

【解析】 假设物块静止时弹簧的压缩量为 x_0,则由力的平衡条件可知 $kx_0=mg$,在弹簧恢复原长前,当物块向上做匀加速直线运动时,由牛顿第二定律得 $F+k(x_0-x)-mg=ma$,由以上两式解得 $F=kx+ma$,显然 F 和 x 为一次函数关系,且在 F 轴上有截距,则 A 正确,BCD 错误.

6.【答案】 3.775　53.7

【解析】 实验所用的游标卡尺最小分度为 0.05 mm,游标卡尺上游标第 15 条刻度线与主尺刻度线对齐,根据游标卡尺的读数规则,题图(b)所示的游标卡尺读数为3.7 cm + 15 × 0.05 mm = 3.7 cm + 0.075 cm = 3.775 cm.托盘中放有质量为 $m=0.100$ kg 的砝码时,弹簧受到的拉力 $F=mg=0.100\times 9.8$ N $=0.980$ N,弹簧伸长量为 $x=3.775$ cm − 1.950 cm = 1.825 cm,根据胡克定律 $F=kx$,解得此弹簧的劲度系数 $k=\frac{F}{x}=53.7$ N/m.

考点二　重力　弹力　摩擦力

7.【答案】 (1)①81.7　②0.0122

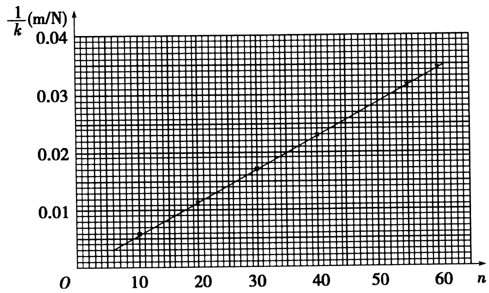
(2)见解析图

(3)$\frac{1.75\times 10^3}{n}$ $\left(\text{在}\frac{1.67\times 10^3}{n}\sim\frac{1.83\times 10^3}{n}\text{之间均正确}\right)$

$\frac{3.47}{l_0}$ $\left(\text{在}\frac{3.31}{l_0}\sim\frac{3.62}{l_0}\text{之间均正确}\right)$

【解析】 (1)根据胡克定律有 $mg=k(x-x_0)$,解得 $k=\frac{mg}{x-x_0}=\frac{0.100\times9.80}{(5.26-4.06)\times10^{-2}}$ N/m ≈ 81.7 N/m, $\frac{1}{k}$ ≈0.0122 m/N.

(2) $\frac{1}{k}-n$ 图象如图所示

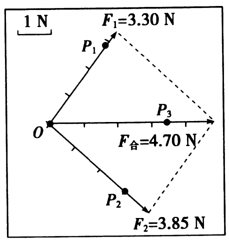


(3)根据图象可知,k 与 n 的关系表达式为 $k=\frac{1.75\times10^3}{n}$,$k$ 与 l_0 的关系表达式为 $k=\frac{3.47}{l_0}$.

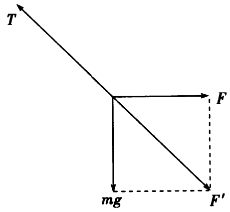
8.【答案】 (1)见解析($F_{合}$=4.6~4.9 N 都算对) (2)$F_a=F_b$ (3)BD

(4)橡皮筋拉伸不宜过长;选用新橡皮筋(或:拉力不宜过大;选用弹性好的橡皮筋;换用弹性好的弹簧)

【解析】 (1)作出的图示如图所示.



(2)重物受力情况如图所示,由于重力不变,两次实验时,橡皮筋拉力 T 的方向相同,故水平拉力 F 大小相等,即 $F_a=F_b$.



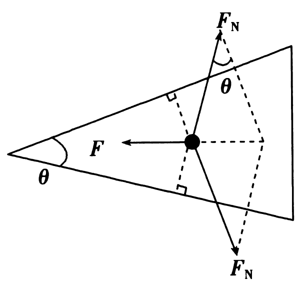
(3)根据题图 3 可知,选项 B、D 正确;选项 A、C 错误.

(4)橡皮筋拉伸不宜过长,选用新橡皮筋等可减小误差.

考点三 力的合成与分解

9.【答案】 BC

【解析】



A、B 项，由图解可知，$F_N=\frac{\frac{F}{2}}{\sin\frac{\theta}{2}}$，$F$ 一定时，θ 大时 $\sin\frac{\theta}{2}$ 大，则 F_N 小，故 A 项错误，B 项正确. C、D 项，由图解可知，

$F_N=\frac{\frac{F}{2}}{\sin\frac{\theta}{2}}$，$\theta$ 一定时，F 大时 $\frac{F}{2}$ 大，则 F_N 大，故 C 项正确，D 项错误. 综上所述，本题正确答案为 BC.

10.【答案】 CD

【解析】 A 项，拉着轻绳从 A 点缓慢移到 B 点的过程中，以动滑轮为研究对象，可知绳中拉力大小在不断增大，故 A 项错误. B 项，因为不知道 M 的重力下滑分力与绳拉力的大小关系，无法判定 M 与斜面间静摩擦力的方向和大小变化情况，故 B 项错误. C 项，将重物 M 与斜面看成一个整体，从 A 点拉着轻绳沿天花板缓慢移到 B 点的过程中绳拉力的水平分力增大，地面对斜面的摩擦力与绳拉力的水平分力平衡，故摩擦力增大，故 C 项正确. D 项，将重物 M 与斜面看成一个整体，地面对斜面的支持力等于系统重力与绳拉力的竖直分力之和，大小为 $G_{斜面}+G_M+\frac{1}{2}G_m$，故 D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 CD.

11.【答案】 C

【解析】 A、B 项，滑轮 A 的轴所受压力为两根绳子的合力，绳子两端的力的大小相等，设两方向夹角为 θ，其变化范围为 $90°<\theta<180°$，根据力的合成法则可知滑轮 A 的轴所受压力不可能沿水平方向，滑轮 A 的轴所受压力不一定总是大于物体 P 的重力，故 A、B 项错误.

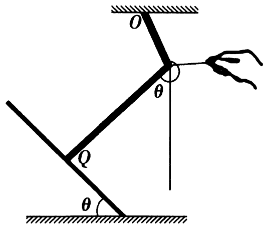
C 项，当只将滑轮 A 向外移动时，θ 变小，绳子两端的合力变大，因此 A 的轴所受压力变大，故 C 项正确.

D 项，当只将滑轮 B 向上移动时，θ 变大，绳子两端的合力变小，因此 A 的轴所受压力变小，故 D 项错误.

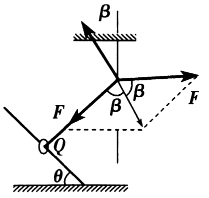
综上所述，本题正确答案为 C.

12.【答案】 D

【解析】 当轻环再次静止不动时，处于如图所示的状态：



设 OP 绳与天花板的夹角为 β，以滑轮为研究对象进行受力分析，如图所示：



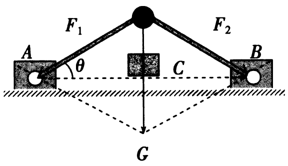
由于是同一条直线，则滑轮两边的细绳所受的力大小相等，根据几何关系可知滑轮两边细绳与 OP 的夹角也为 β，由于滑轮右边的直线与天花板平行，即处于水平状态，则根据角之间的几何关系可列出方程 $\beta+\beta-\theta=90°$，可解出 $\beta=45°+\frac{\theta}{2}$，故 D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 D.

13.【答案】 BD

【解析】 A项,将A、B、C当做一个系统分析,那么地面对A、B的支持力均为$F_N=\frac{1}{2}(2M+m)g$,与θ角无关,故A项错误.

B项,将重物的重力按作用效果分解,如图所示:



轻杆受力根据平行四边形定则可得$F_1=F_2=\frac{mg}{2\sin\theta}$,当$m$一定时,$\theta$越大,轻杆受力越小,故B项正确.

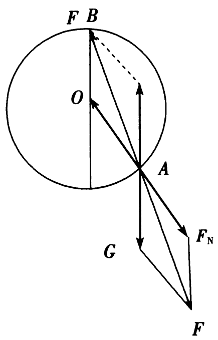
C项,对A进行分析,A受到重力,支持力,杆的推力和摩擦力,根据平衡条件可得:$f=F_1\cos\theta=\frac{mg}{2\tan\theta}$,可知摩擦力大小与$M$无关,故C项错误.

D项,M越大,A、C与地面的静摩擦力越大,可悬挂重物C的质量m越大,故D项正确.

综上所述,本题正确答案为BD.

14.【答案】 A

【解析】 细线拉着小球缓慢上移,所以小球受力平衡,对小球进行受力分析,小球受到重力、细线的拉力和圆环的弹力:



根据几何三角形相似关系可得,$\frac{G}{OB}=\frac{F_N}{OA}=\frac{F}{AB}$,在缓慢上移的过程中$OA=OB=R$,所以$F_N$不变;在上移的过程中$AB$长度逐渐减小,所以$F$减小,故A项正确. 综上所述,本题正确答案为A.

15.【答案】 (1)C E

(2)在C中未记下两条绳的方向 E中未说明是否把橡皮条的结点拉到了同一位置O

【解析】 (1)由“等效代替法”的实验思想,结合实验的具体步骤,即可知步骤中的遗漏.

(2)步骤C中只记下了O点的位置与弹簧测力计的示数,没有记录方向,无法作出平行四边形验证力的性质;步骤E中,只有橡皮条的结点被拉到同一位置,才能证明两分力与合力等效.

16.【答案】 (1)3.6 (2)D

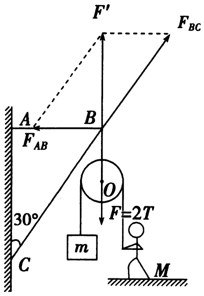
【解析】 (1)弹簧测力计读数,每1 N被分成5格,则1格就等于0.2 N. 图指针落在3 N到4 N的第3格处,所以为3.6 N.

(2)实验通过作出三个力的图示,来验证“力的平行四边形定则”,因此重物的重力必须要知道,即A项正确,故不选择A项. 弹簧测力计是测力的大小,所以必须在测量之前校零,即B项正确,故不选择B项. 拉线方向必须与木板平

面平行，这样才能确保力的大小准确性，即 C 项正确，故不选择 C 项. 当结点 O 位置确定时，弹簧测力计 A 的示数也确定，由于重物的重力已确定，两力大小与方向均一定，因此弹簧测力计 B 的大小与方向也一定，所以不需要改变拉力进行多次实验，即 D 项错误，故选择 D 项. 综上所述，本题正确答案为 D.

17.【答案】 （1）对人进行受力分析，根据平衡条件有：$F_N = Mg - mg = 200$ N.

（2）滑轮对结点 B 的拉力为：$F = 2mg = 600$ N，以结点 B 为研究对象，进行受力分析，如图所示：



根据共点力平衡得：$F_{AB} = F\tan 30° = 200\sqrt{3}$ N；$F_{BC} = \dfrac{F}{\cos 30°} = 400\sqrt{3}$ N.

【解析】 （1）对人进行受力分析，根据人所受的合力为零，求出地面对人的支持力大小.

（2）求出 BO 绳的拉力，对 B 点受力分析，求出绳 AB 和轻杆 BC 所受力的大小.

考点四　共点力的平衡

18.【答案】 C

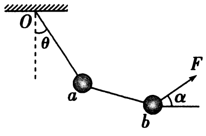
【解析】 以滑块 Q 为研究对象，沿斜面方向，它受到重力的分力，没有摩擦力作用，只有在弹簧弹力作用下，滑块 Q 才会保持平衡状态而匀速运动，故存在弹簧弹力. 以滑块 Q 和 L 形木板 P 为研究对象，沿斜面方向，它受到重力的分力，只有在摩擦力作用下，它们才会保持平衡状态而匀速运动，故 P 与斜面之间存在摩擦力. 故 L 形木板 P 一定受到重力，Q 对 P 的压力，斜面对 P 的支持力，弹簧对 P 的弹力，斜面对 P 的摩擦力，一共 5 个力，故 C 项正确. 综上所述，本题正确答案为 C.

19.【答案】 A

【解析】 木板静止时，受到重力和两个拉力，因为处于静止状态，故由共点力平衡条件可知，木板受到的合外力为零. 轻绳剪短后，木板仍处于静止状态，故合外力仍为零，$F_1 = 0$，则 F_1 不变. 设轻绳与竖直方向所成夹角前后分别为 θ_1、θ_2，根据平衡条件可知：$F_2\cos\theta_1 = \dfrac{mg}{2}$，轻绳剪短后 $F'_2\cos\theta_2 = \dfrac{mg}{2}$. 因为 $\theta_2 > \theta_1$，故 $F'_2 > F_2$，故 F_2 变大，故 A 项正确. 综上所述，本题正确答案为 A.

20.【答案】 A

【解析】 设 Oa 绳上的拉力为 F_1，力 F 与水平方向的夹角为 α，如图所示.



将 a、b 两个小球看成一个整体，对整体受力分析. 竖直方向：$F_1\cos\theta + F\sin\alpha = 2mg$，水平方向：$F_1\sin\theta = F\cos\alpha$，联立方程得：$F(\sqrt{3}\cos\alpha + \sin\alpha) = 2mg$. 因为 F 要取最小，所以$\sqrt{3}\cos\alpha + \sin\alpha = 2(\sin 60°\cos\alpha + \sin\alpha\cos 60°) = 2\sin(60° + \alpha)$取最大值，故 $\alpha = 30°$，求出 $F = mg$，$F_1 = \sqrt{3}mg$，故 A 项正确.

综上所述，本题正确答案为 A.

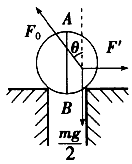
21.【答案】 C

【解析】 开始未用水平力拉弹簧 p 时，弹簧 q 处于压缩状态，受到的压力等于 b 物体的重力，根据胡克定律，弹簧 q 的压缩量 $x_1=\frac{mg}{k}$；当 c 木块刚好要离开水平地面时，弹簧 q 处于伸长的状态，受到的拉力等于 c 物体的重力，根据胡克定律，弹簧 q 的伸长量 $x_2=\frac{mg}{k}$；此时，弹簧 p 处于伸长状态，受到的拉力等于 b、c 的总重力，p 的伸长量 $x_3=\frac{2mg}{k}$；根据几何关系得到，该过程 p 弹簧的左端向左移动的距离为：$s=x_1+x_2+x_3=\frac{4mg}{k}=8\ \text{cm}$，故 C 项正确.

综上所述，本题正确答案为 C.

22.【答案】 A

【解析】 当球以 AB 沿水平方向放置，可知 $F=\frac{1}{2}mg$；当小球竖直放置在光滑的支架上时，受力分析如图所示，以两半球为整体，隔离右半球受力分析如图所示：



可得：$F'=\frac{mg}{2}\tan\theta$，根据支架间距为 AB 的一半，可得 $\theta=30°$，则 $\frac{F}{F'}=\frac{1}{\tan\theta}=\sqrt{3}$，故 A 项正确.

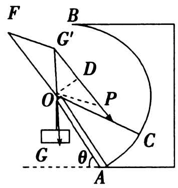
综上所述，本题正确答案为 A.

23.【答案】 B

【解析】 以向右为力的正方向，对 Q 物块，物体受到向右的摩擦力和向左的拉力，由物体处于平衡状态可得 $T-f=0$，且 Q 与 P 之间摩擦力为 $f=\mu mg$，对 P 物块，物体受到向左的拉力，物块 Q 给的向左的摩擦力，地面给的向左的摩擦力，以及向右的拉力，由物体处于平衡态可得 $F-f-T-f_1=0$，P 与地面之间的摩擦力 $f_1=2\mu mg$，联立求解，得 $F=4\mu mg$，故 B 项正确. 综上所述，本题正确答案为 B.

24.【答案】 C

【解析】 画出 O 点的受力分析图



分析受力可知，O 点受到竖直向下的且大小恒定的力 G 和方向始终沿 AO 方向，大小不确定的杆的弹力 F，在 C 点逐渐沿圆弧向上移动的过程中，由图可以看出 OC 绳所受的拉力先变小后变大，故 C 项正确.

综上所述，本题正确答案为 C.

25.【答案】 C

【解析】 绳子的张力处处相等，水平方向只受绳子的拉力分力而平衡，所以物体左右两边绳子与竖直方向的夹角是相同的. 对乙作受力分析并由几何知识可知绳子的张力 $T=m_2g$；对环 C 作受力分析可知其受到左右两段绳子的作用力和杆 AB 的作用力，由于不存在摩擦力，所以杆 AB 对环 C 的作用力垂直于杆，那么两段绳子对环 C 的作用力的合力也垂直于杆 AB，又因为绳子的张力处处相等，由几何关系可知 C 环左侧绳子与杆 AB 的夹角为 45°，再对甲作受力分析可得 $m_1g=\sqrt{3}T$，则 $m_1:m_2=\sqrt{3}=\tan 60°$，故 C 项正确.

综上所述,本题正确答案为 C.

本题的易错项为 B 项. 受力分析可知,各段细线受到的拉力相等,C 与乙的连线与直杆间的夹角 $\beta=45°$,则 C 与乙的连线与竖直方向的夹角为 60°,C 与甲连线与直杆的夹角也为 45°,则 C 与甲连线与竖直方向的夹角为 30°,则有:

$2T\cos 30°=m_1g$,$2T\cos 60°=m_2g$,解得:$\frac{m_1}{m_2}=\tan 60°$.

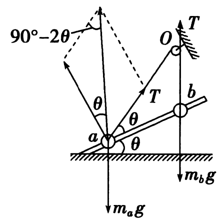
26.【答案】 C

【解析】 A 项,对 a 进行受力分析,a 受到重力、绳子的拉力和杆对 a 的弹力,一共受到 3 个力的作用,故 A 项错误.

B 项,对 b 进行分析,b 受到重力和绳子的拉力. 没有杆对 b 的弹力,否则不能平衡,所以 b 受到两个力的作用,故 B 项错误.

C 项,对 b 分析,绳子拉力 $T=mg$,同一根绳子拉力相同,绳子对 a 的拉力等于 mg,故 C 项正确.

D 项,分别对 a、b 两球进行分析,如下图所示:



由正弦定理可得,$\frac{T}{\sin\theta}=\frac{m_ag}{\sin(90°+\theta)}$,解得 a 的重力为 $G_a=m_ag=\frac{mg}{\tan\theta}$,故 D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 C.

本题的易错项为 B 项. 先分析,b 受到重力、绳子的拉力,若还受到直杆的弹力时,则不能平衡,所以只受到两个力的作用,同理可分析受三个力的作用,绳子受到的拉力,对 a 受力分析,a 受力沿直杆方向的分力平衡,则有 $m_ag\sin\theta=mg\cos\theta$,解得:$m_a=m\cot\theta$

27.【答案】 D

【解析】 A 项,对物体 P 受力分析,物体 P 受到水平向左的库仑力,垂直斜面向上的支持力,竖直向下的重力,则有 $\tan\theta=\frac{F_{库}}{mg}$,又由库仑定律得 $F_{库}=k\frac{q^2}{r^2}$,其中 q 为 P、Q 所带电荷量,解得 $q=\sqrt{\frac{mgr^2\tan\theta}{k}}$,故 A 项错误.

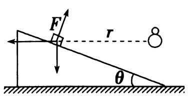
B 项,由 A 项分析可知,物体 P 受到垂直斜面向上的支持力,所以 P 对斜面的压力不为 0,故 B 项错误.

C 项,对斜面体受力分析可知,斜面体受到竖直向下的重力,竖直向上的支持力,垂直斜面向下的压力和水平向右的摩擦力,故 C 项错误.

D 项,对斜面体和物体 P 整体受力分析可知,受到竖直向下的重力,竖直向上的支持力,水平向左的库仑力和水平向右的摩擦力,所以竖直方向上受力平衡,此时地面对斜面体的支持力 $F_{支}=(M+m)g$,由牛顿第三定律可知,斜面体对地面的压力为 $(M+m)g$,故 D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 D.

本题的易错项为 A 项. P 受力如图所示:



则有 $\tan\theta=\frac{F_{库}}{mg}$,$F_{库}=\frac{kq^2}{r^2}$,联立解得:$q=\sqrt{\frac{mgr^2\tan\theta}{k}}$.

考点五　牛顿运动定律及其应用

28.【答案】　CD

【解析】　A 项,弹簧恢复原长的过程中,首先弹力大于笔帽重力,这段时间内笔帽做加速运动,在中间某一位置,弹力与笔帽重力相等,在此之后,弹力会始终小于笔帽重力,笔帽将做减速运动,故 A 项错误. B 项,弹簧对笔帽有弹力,且笔帽在弹力的方向上有位移,所以弹簧对笔帽做正功,弹簧对桌面也有弹力,但桌面在弹力的方向上没有位移,所以弹簧对桌面没有做功,故 B 项错误. C 项,弹簧对笔帽和桌面的作用力大小相等,作用时间相同,所以弹簧对笔帽的冲量大小和对桌面的冲量大小相等,故 C 项正确. D 项,弹力对笔帽做的功转化为了笔帽的重力势能和笔帽的动能,而笔帽克服重力做功的大小等于重力势能的增加量,所以相同时间内,弹力对笔帽做的功大于笔帽克服重力做的功,所以弹力做功的平均功率大于笔帽克服重力做功的平均功率,故 D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 CD.

29.【答案】　D

【解析】　不受空气阻力的物体,运动过程中加速度不变,$v-t$ 图象为图中虚线所示. 所受空气阻力大小与速率成正比的物体,上升过程中:$mg+kv=ma$,$a=g+\frac{kv}{m}$,开始时加速度最大,上升过程中 a 始终大于 g,$v-t$ 图象斜率均大于虚线斜率,只有选项 D 符合题意.

30.【答案】　AC

【解析】　A、B 项,A、B 一起沿斜面向上运动到两物块刚好要分离时,A、B 的加速度相同均为 $g\sin\theta$,所以弹簧对 A、B 没有力,弹簧处于原长状态,所以在 A、B 一起沿斜面向上运动到两物块刚好要分离的过程中,弹簧的弹性势能一直减小,故 A 项正确,B 项错误. C、D 项,前一段弹簧的弹力大于物块重力沿斜面向下的分力,物块做加速运动,当弹簧的弹力等于物块重力沿斜面向下的分力时,此时速度最大,然后物块重力沿斜面向下的分力大于弹簧的弹力,物块做减速运动,故 A、B 的动能先增大后减小,故 C 项正确,D 项错误. 综上所述,本题正确答案为 AC.

31.【答案】　BD

【解析】　物体匀减速直线运动的加速度大小为:$a_1=\frac{v^2}{2s_1}=\frac{100}{2\times5}\ \mathrm{m/s^2}=10\ \mathrm{m/s^2}$,物体匀加速运动的加速度大小:$a_2=\frac{v'^2}{2s_2}=\frac{64}{2\times8}\ \mathrm{m/s^2}=4\ \mathrm{m/s^2}$,物体匀减速直线运动的时间为:$t_1=\frac{v}{a_1}=\frac{10}{10}\ \mathrm{s}=1\ \mathrm{s}$,即在 1 s 末恒力 F 反向做匀加速运动,故 A 项错误,B 项正确. 根据牛顿第二定律得:$F+f=ma_1$,$F-f=ma_2$,联立两式解得:$F=7\ \mathrm{N}$,$f=3\ \mathrm{N}$,故 C 项错误. 动摩擦因数为:$\mu=\frac{f}{mg}=0.3$,故 D 项正确. 综上所述,本题正确答案为 BD.

32.【答案】　ACD

【解析】　在开始时,汽车以恒定加速度启动,因此 $v-t$ 图象在开始时是一段直线,但是当达到最大功率时,因为速度继续增大,故牵引力减小,汽车合力减小,加速度逐渐减小,直到加速度变为零,速度达到最大,因此在后面一段为曲线,故 A 项正确. 当汽车的速度达到最大时,汽车的加速度为零,可见该选项中的图不对,故 B 项错误. 开始时加速度恒定,牵引力恒定;当达到最大功率时,因速度不断变大,牵引力逐渐变小,并且变化逐渐变慢,最终,牵引力等于汽车阻力,故 C 项正确. 根据公式 $P=Fv$,开始时以恒定加速度启动,F 为常值,因此 P 与 v 成正比;当达到最大功率时,P 不再变化,故 D 项正确. 综上所述,本题正确答案为 ACD.

本题易错项为 B. 考生可能对匀速运动阶段加速度为零这一知识点的掌握不足,故易错选 B 项.

33.【答案】　AB

【解析】　根据胡克定律 $s=\frac{F}{k}$,施加外力前,弹簧所受压力 $F=2Mg$,所以形变量为$\frac{2Mg}{k}$,故 A 项正确. 设此时 AB 间的弹力为 N,弹簧弹力向上为 $2Mg$,对物块 B 竖直方向应用牛顿第二定律有 $2Mg-N-Mg=Ma$,因此 $N=M(g-a)$,故 B 项正确. AB 分离时若弹簧弹力为零,则物体 B 的加速度大小为 g,而实际上物体 B 在分离时的加速度大小为 a,如果 a 与 g 不相等,则此时弹簧弹力不为零,故 C 项错误. 当弹簧弹力等于物体 B 的重力时,物体 B 的速度达到最大值,故 D 项错误. 综上所述,本题正确答案为 AB.

34.【答案】 A

【解析】 由牛顿第二定律可得：$\frac{P}{v}-f=ma$，即$\frac{1}{v}=\frac{m}{P}a+\frac{f}{P}$；由图象可得$\frac{f}{P}=0.1$，$\frac{m}{P}\times(-3)+\frac{f}{P}=0$，可解出$m$、$f$；又$v_m=\frac{P}{f}$，所以可以解出$m$、$f$和$v_m$，故A项正确，B、C项错误. 物体做变加速运动，加速度不一定，根据题目已知条件，加速时间不可求，故D项错误.

综上所述，本题正确答案为A.

35.【答案】 A

【解析】 由位移公式$s=\frac{1}{2}at^2$可以求出$a=0.2\ \text{m/s}^2$，由牛顿第二定律，对A、B两物体分析，可求出B物体质量为15 kg，故A项正确，B、C、D项错误. 综上所述，本题正确答案为A.

36.【答案】 B

【解析】 A项，因为水平面光滑，A、B一定会相对于水平面滑动，故A项错误. B项，因为最大静摩擦力为$f_{max}=\mu m_A g=12\ \text{N}$，当拉力$F=16\ \text{N}$时，设$A$、$B$相对静止，对整体：$F=(m_A+m_B)a=16\ \text{N}$，对B：受到$A$对$B$的摩擦力$f_B=m_B a=4\ \text{N}$，$f_B<f_{max}$，所以$A$、$B$相对静止，$A$对$B$的摩擦力等于4 N，故B项正确. C项，当$A$、$B$之间摩擦力达到最大时，刚好开始相对运动，此时拉力$F$为临界拉力，因此有：$f_{max}=m_B a_1$，$a_1=6\ \text{m/s}^2$，此时$F_{临}=(m_A+m_B)a_1=48\ \text{N}$，当$F>48\ \text{N}$时，$A$与$B$发生相对滑动，故当$F>16\ \text{N}$时，不一定发生相对滑动，故C项错误. D项，由C项分析可知，$F>48\ \text{N}$时，A、B相对滑动，故D项错误. 综上所述，本题正确答案为B.

37.【答案】 ACD

【解析】 由题图乙可以求出物块上升过程中的加速度为$a_1=\frac{v_0}{t_1}$，下降过程中的加速度为$a_2=\frac{v_1}{t_1}$. 物块在上升和下降过程中，由牛顿第二定律可得$mg\sin\theta+f=ma_1$，$mg\sin\theta-f=ma_2$，由以上各式可求得$\sin\theta=\frac{v_0+v_1}{2t_1 g}$，滑动摩擦力$f=\frac{m(v_0-v_1)}{2t_1}$，而$f=\mu F_N=\mu mg\cos\theta$，由以上分析可知，选项A、C正确. 由$v-t$图象中横轴上方的面积可求出物块沿斜面上滑的最大距离，可以求出物块沿斜面向上滑行的最大高度，选项D正确.

38.【答案】 D

【解析】 撤去挡板前，图甲和图乙中的A、B球受力一样，A球受到弹簧(轻杆)对它沿斜面向上的支持力$mg\sin\theta$，B球受到弹簧(轻杆)对它沿斜面向下的压力$mg\sin\theta$，还受到挡板对它沿斜面向上的支持力$2mg\sin\theta$. 撤去挡板后，轻杆受力可突变，而弹簧因为没有来得及改变形变量而不能改变受力，所以甲图中A加速度依然为零，B的加速度为$2g\sin\theta$，乙图中杆对A、B不再有力的作用，所以A、B均以$g\sin\theta$的沿斜面加速度下落，故D项正确.

综上所述，本题正确答案为D.

39.【答案】 D

【解析】 A与木板间的最大摩擦力$f_{Am}=\mu m_A g=0.2\times1\times10\ \text{N}=2\ \text{N}$，$B$与木板间的最大摩擦力$f_{Bm}=\mu m_B g=0.2\times2\times10\ \text{N}=4\ \text{N}$.

A项，由于$F<f_{Am}<f_{Bm}$，故AB与木板间保持相对静止，整体在F的作用下向左匀加速运动，故A项错误.

B项，因为$F<F_{Am}<F_{Bm}$，A、B与木板相对静止，整体在力F的作用下向左匀加速运动，根据牛顿第二定律有$F-f_A=m_A a$，所以$f_A=F-m_A a<F=1.5\ \text{N}$，故B项错误.

C 项，$F=4\ \text{N}>f_{A\text{m}}$，$A$ 相对木板滑动，滑动摩擦力为 $f=f_{A\text{m}}=2\ \text{N}$，木板和 B 仍然相对静止，轻质木板，所以 B 受到的摩擦力 $f_B=2\ \text{N}$，故 C 项错误.

D 项，$F=8\ \text{N}>f_{A\text{m}}$，与 C 项分析同理，$B$ 受到的摩擦力 $f_B=2\ \text{N}$，B 的加速度 $a_B=\dfrac{f_B}{m_B}=\dfrac{2}{2}\ \text{m/s}^2=1\ \text{m/s}^2$，故 D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 D.

40.【答案】 CD

【解析】 A、C、D 项，对 A、B 应用整体法，地面对 A、B 的滑动摩擦力为 $f_1=(2m+m)g\dfrac{1}{2}\mu=1.5\mu mg<2\mu mg$，当 F 足够大时，A、B 之间的滑动摩擦力为 $f_2=2\mu mg$；运用隔离法对 B 进行分析，$f_2-f_1=ma_B$，解得 $a_B=0.5\mu g$，即无论 F 多大，B 的加速度都不会超过 $0.5\mu g$；A、B 之间刚好要相对滑动时有 A 的加速度刚好要大于 B 的加速度，即 $F'-f_2=2ma_B$，求得 $F'=3\mu mg$；所以当 $F'>F>f_1$ 时，A、B 一起相对地面运动，当 $F>F'$ 时，A、B 存在相对滑动，故 A 项错误，C、D 项正确.

B 项，当 $F=2.5\mu mg$ 时，A、B 一起做加速运动，A、B 间没有相对滑动，由整体法可得到：$F-f_1=(2m+m)a'$，

解得：$a'=\dfrac{1}{3}\mu g$，故 B 项错误.

综上所述，本题正确答案为 CD.

41.【答案】 C

【解析】 A 项，释放瞬间，$v=0$，所以空气阻力为零，甲乙两球都是重力加速度，一样大，故 A 项错误.

B、C 项，甲乙两球先做加速度减小的加速运动，最后做匀速运动. 达到最大速度时，加速度为零，$m_1g=kv_1$，$m_2g=kv_2$，

$\dfrac{m_1}{m_2}=\dfrac{v_1}{v_2}$，由图象可知，$v_1>v_2$，所以 $m_1>m_2$，故 B 项错误，C 项正确.

D 项，图线与两坐标轴围成的面积即为位移，由图可知，甲球围成的面积大于乙球，甲球下落的高度大于乙球，故 D 项错误.

综上所述，本题正确答案为 C.

42.【答案】 D

【解析】 对小滑环进行受力分析，受重力和支持力，将重力沿杆的方向和垂直杆的方向正交分解，根据牛顿第二定律可得小滑环做初速度为零的匀加速直线运动的加速度为 $a=g\sin\theta$（θ 为杆与水平方向的夹角）. 由图可知，小滑环的位移 $s=2r\sin\theta$. 所以 $t=\sqrt{\dfrac{2s}{a}}=\sqrt{\dfrac{4r}{g}}$，$t$ 与 θ 无关，即 $t_1=t_2=t_3$. 故 D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 D.

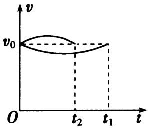
43.【答案】 AD

【解析】 A 项，以物体 1 为研究对象，分析受力情况：重力 m_1g 和拉力 T，根据牛顿第二定律得：$m_1g\tan\theta=m_1a$，得 $a=g\tan\theta$，则车厢的加速度也为 $g\tan\theta$，故 A 项正确. B 项，对物体 1 受力分析，$T\cos\theta=m_1g$，则 $T=\dfrac{m_1g}{\cos\theta}$，故 B 项错误. C 项，对物体 2 研究，分析受力情况，根据牛顿第二定律得，可知底板对物体 2 的支持力为 $N=m_2g-T=m_2g-\dfrac{m_1g}{\cos\theta}$，故 C 项错误. D 项，地面对物体 2 的摩擦力提供加速度，则 $f=m_2a=m_2g\tan\theta$，故 D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 AD.

44.【答案】 A

【解析】 利用机械能守恒定律和速率变化特点解决问题. 根据机械能守恒定律可知 $v_1=v_2$，再根据速率变化特点可知，小球由 M 到 P 再到 N，速率先减小至最小，再增大到原速率. 小球由 M 到 Q 再到 N，速率先增至最大，再减小到原速率. 由两球运动速率特点以及两条路径的路程相等可画出如图所示图象，由图象可知小球沿 MQN 路径运动的平均速率大，所以 $t_1>t_2$，故选项 A 正确.



45.【答案】 BC

【解析】 若 $v_1>v_2$，且 P 受到的滑动摩擦力大于 Q 的重力，则可能先向右匀加速，加速至 v_1 后随传送带一起向右匀速，故 B 正确. 若 $v_1>v_2$，且 P 受到的滑动摩擦力小于 Q 的重力，此时 P 一直向右减速，减速到零后反向加速. 若 $v_2>v_1$，P 受到的滑动摩擦力向左，开始时加速度 $a_1=\dfrac{F_T+\mu mg}{m}$，当减速至速度为 v_1 时，摩擦力反向，若有 $F_T>\mu mg$，此后加速度 $a_2=\dfrac{F_T-\mu mg}{m}$，故 C 正确，A、D 错误.

46.【答案】 C

【解析】 机器人沿着从 A 到 B 的路径做匀加速直线运动，根据牛顿第二定律可知，机器人所受到的合外力的方向由 A 指向 B，四个选项中只有 C 的合外力方向符合题意，故 C 项正确. 综上所述，本题正确答案为 C.

本题的易错项为 B 项. "蜘蛛侠"从 A 到 B 的过程做匀加速运动，其受到的合力由 A 指向 B，若 F 的方向如选项 B，则其受到的合力竖直向上，所以 F 的方向应该斜向右上方.

47.【答案】 AD

【解析】 A、B 项，在 $t=2.0$ s 时刻有 $F_1=F_2=1.8$ N，对 AB 整体利用牛顿第二定律有 $F_2+F_1=(m_A+m_B)a$，再对 B 进行受力分析有 $F_{AB}+F_2=m_Ba$，联立可解得 $F_{AB}=0.6$ N，故 A 项正确，B 项错误.

C 项，在 $t=2.5$ s 时刻 $F_2=2.25$ N，$F_1=1.35$ N；对 AB 整体利用牛顿第二定律有 $F_2+F_1=(m_A+m_B)a$，再对 B 进行受力分析有 $F_{AB}+F_2=m_Ba$，联立可解得 $F_{AB}=0.15\ \text{N}>0$，所以 A 对 B 的作用力方向向右，故 C 项错误.

D 项，在 AB 分离时，AB 之间的拉力恰好为 0.3 N，对 A 利用牛顿第二定律有 $0.3+F_1=m_Aa$，对 B 利用牛顿第二定律有 $F_2-0.3=m_Ba$，由图象可知 $F_1=3.6-0.9t$，$F_2=0.9t$，联立可求得 $t=3$ s，在分开之前 AB 所受合外力一直为3.6 N，所以加速度一直为 1.2 m/s²，根据公式可得位移 $s=\dfrac{1}{2}at^2=5.4$ m，故 D 项正确. 综上所述，本题正确答案为 AD.

48.【答案】 D

【解析】 设四个木块沿斜面向下运动的最大加速度为 a_m，则对两个质量为 m 的木块和上面的一个质量为 $2m$ 的木块有：$f_m+4mg\sin 30°=4ma_m$

解得：$a_m=\dfrac{1}{2}g+\dfrac{f_m}{4m}$

以上端质量为 $2m$ 的木块为研究对象

沿斜面方向它受到自身的重力的分力 $2mg\sin\theta$ 和它上面的木块的摩擦力 f

有：$f+2mg\sin\theta=2ma_m$

解得：$f=\dfrac{1}{2}f_m$

所以上面的两个木块不会发生相对滑动，设斜面对整体的摩擦力为 F_m，对整体有：$F_m+6mg\sin 30°=6ma_m$

解得：$F_m=\dfrac{3}{2}f_m$

故 A、B、C 项错误，D 项正确. 综上所述，本题正确答案为 D.

49.【答案】 B

【解析】 设物体 A、B、C 的质量都为 m，剪断细线前，对 B、C 整体受力分析，受到自身重力和细线的拉力而平衡，故绳子的拉力 $T=2mg$；再对物体 A 受力分析，受到重力、细线拉力和弹簧的拉力；剪断细线后，重力和弹簧的弹力不变，细线的拉力减为零，故物体 B 受到的合力等于 $2mg$，方向向下，物体 A 受到的合力为 $2mg$，方向向上，物体 C 受到的力不变，合力为零，故物体 B 有向下的 $2g$ 的加速度，物体 A 具有 $2g$ 的向上的加速度，物体 C 的加速度为零，故 B 项正确. 综上所述，本题正确答案为 B.

50.【答案】 ABD

【解析】 A 项,初始时小物块恰好沿斜面匀速下滑,小物块受力平衡,设斜面倾角为 θ,动摩擦因数为 μ,小物块在平行于斜面方向和垂直于斜面方向分别有 $mg\sin\theta=\mu mg\cos\theta$,$N=mg\cos\theta$,则有 $\sin\theta=\mu\cos\theta$. 当施加一个沿斜面向下的恒力 F 时,小物块的垂直于斜面方向受力情况不变,在平行于斜面方向由牛顿第二定律有 $F+mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma$,小物块将做匀加速运动,故 A 项正确.

B 项,施加一个竖直向下的恒力 F 时,垂直于斜面方向受力情况为 $N=mg\cos\theta+F\cos\theta$,在平行于斜面方向,沿斜面方向向下的受力情况为 $mg\sin\theta+F\sin\theta$,沿斜面方向向上为滑动摩擦力 $\mu N=\mu mg\cos\theta+\mu F\cos\theta=mg\sin\theta+F\sin\theta$,合力为零,小物块仍做匀速运动,故 B 项正确.

C 项,对小物块施加一个垂直斜面向下的恒力,小物块在后续下滑过程中,斜面体在水平方向的受力情况为:物块施加的滑动摩擦力的分力 $\mu(mg\cos\theta+F)\cos\theta$,物块施加的压力的分力 $(mg\cos\theta+F)\sin\theta$,二者方向相反,由 $\sin\theta=\mu\cos\theta$ 可知二者大小相等,斜面体水平方向合力为零,斜面受到地面摩擦力为零,不会发生滑动,故 C 项错误.

D 项,操作①与不施加 F 时斜面水平方向受力情况相同:不施加 F 时,斜面体在水平方向的受力情况为:物块施加的滑动摩擦力的分力 $\mu mg\cos^2\theta$,物块施加的压力的分力 $mg\cos\theta\sin\theta$,二者方向相反,由 $\sin\theta=\mu\cos\theta$ 可知二者大小相等,斜面体水平方向合力为零,斜面受到地面摩擦力为零. 操作②中,把滑块与斜面看做整体,F 方向竖直向下,对水平方向受力没有影响,故斜面受到地面摩擦力仍为零. 操作③由 C 项的分析可知斜面受到地面摩擦力也为零,故 D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 ABD.

51.【答案】 A

【解析】 在滑道 AB 段上取任意一点 E,比较从 A 点到 E 点的速度 v_1 和从 C 点到 E 点的速度 v_2,易知 $v_1>v_2$. 因 E 点处于“凸”形轨道上,速度越大,轨道对小滑块的支持力越小,因动摩擦因数恒定,则摩擦力越小,可知由 A 滑到 C 比由 C 滑到 A 在 AB 段上的摩擦力小,因摩擦造成的动能损失也小. 同理,在滑道 BC 段的“凹”形轨道上,小滑块速度越小,其所受支持力越小,摩擦力也越小,因摩擦造成的动能损失也越小,从 C 处开始滑动时,小滑块损失的动能更大. 故综上所述,从 A 滑到 C 比从 C 滑到 A 在轨道上因摩擦造成的动能损失要小,整个过程中从 A 滑到 C 平均速度要更大一些,故 $t_1<t_2$. 选项 A 正确.

52.【答案】 D

【解析】 A 项,物块 b 受到重力和弹簧的拉力作用,共 2 个力,故 A 项错误.

B 项,由于整个系统处于静止状态,把 a、b 和弹簧看成一个整体,整体受到重力和细绳的拉力处于平衡状态,由于重力为 $2mg$,所以拉力大小为 $2mg$,故 B 项错误.

C 项,剪断细绳的瞬间弹簧的拉力不发生变化,所以 b 的加速度为 0,故 C 项错误.

D 项,剪断细绳的瞬间弹簧的拉力不发生变化,所以 a 受到竖直向下的重力和弹簧的拉力作用,弹簧拉力大小等于剪断细绳前 b 的重力大小,$2mg=ma$,所以 a 的加速度为 $2g$,故 D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 D.

53.【答案】 BD

【解析】 A 项,当小球运动到顶端时,合力提供向心力,$F+mg=m\frac{v^2}{l}$,因此图象函数表达式为 $F=m\frac{v^2}{l}-mg$,故 A 项错误.

B 项,当 $F=0$,$v^2=b$ 时,$m\frac{v^2}{l}=mg$,解得 $g=\frac{b}{l}$,故 B 项正确.

C 项,图象的斜率为$\frac{m}{l}$,绳长 l 不变,质量 m 变小时,得到图象的斜率变小,故 C 项错误.

D 项,$b=gl$,因此绳长不变,只改变小球的质量,得到图象 b 的位置不变,故 D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 BD.

54.【答案】 AB

【解析】 因赛车在圆弧弯道上做匀速圆周运动,由向心力公式有 $F=m\frac{v^2}{R}$,则在大小圆弧弯道上的运动速率分别为 $v_{大}=\sqrt{\frac{FR}{m}}=\sqrt{\frac{2.25\ mgR}{m}}=45\ m/s$,$v_{小}=\sqrt{\frac{Fr}{m}}=\sqrt{\frac{2.25mgr}{m}}=30\ m/s$,可知赛车在绕过小圆弧弯道后做加速运动,则A、B项正确;由几何关系得直道长度为 $d=\sqrt{L^2-(R-r)^2}=50\sqrt{3}\ m$,由运动学公式 $v_{大}^2-v_{小}^2=2ad$,得赛车在直道上的加速度大小为 $a=6.50\ m/s^2$,则C项错误;赛车在小圆弧弯道上运动时间 $t=\frac{2\pi r}{3v_{小}}=2.79\ s$,则D项错误.

55.【答案】 BD

【解析】 将桌布从鱼缸下拉出的过程,鱼缸相对桌布向左运动,因此桌布对它的摩擦力方向向右,A项错误. 设动摩擦因数为 μ,鱼缸在桌布对它的滑动摩擦力的作用下做初速度为零的匀加速运动,加速度大小为 μg,设经过 t_1 时间鱼缸滑离桌布,滑离时的速度为 v,则 $v=\mu g t_1$;鱼缸滑到桌面上后,做匀减速运动,加速度大小也为 μg,因此鱼缸在桌面上运动的时间 $t_2=\frac{v}{\mu g}$,因此 $t_1=t_2$,B项正确. 若猫增大拉力,鱼缸受到的摩擦力仍为滑动摩擦力,大小为 μmg,保持不变,C项错误. 若猫减小拉力,则鱼缸与桌布间的摩擦力有可能小于滑动摩擦力,则鱼缸与桌布一起运动,从而滑出桌面,D项正确.

56.【答案】 BD

【解析】 由于两球由同种材料制成,甲球的质量大于乙球的质量,因此甲球的体积大于乙球的体积,甲球的半径大于乙球的半径,设球的半径为 r,根据牛顿第二定律,下落过程中 $mg-kr=ma$,$a=g-\frac{kr}{\rho\times\frac{4}{3}\pi r^3}=g-\frac{3k}{4\pi\rho r^2}$,可知,球下落过程做匀变速直线运动,且下落过程中半径大的球下落的加速度大,因此甲球下落的加速度大,由 $h=\frac{1}{2}at^2$ 可知,下落相同的距离,甲球所用的时间短,A、C项错误;由 $v^2=2ah$ 可知,甲球末速度的大小大于乙球末速度的大小,B项正确;由于甲球受到的阻力大,因此克服阻力做的功多,D项正确.

57.【答案】 BC

【解析】 施加一恒力后,质点的速度方向可能与该恒力的方向相同,可能与该恒力的方向相反,也可能与该恒力方向成某一角度且角度随时间变化,但不可能总是与该恒力的方向垂直,若施加的恒力方向与质点初速度方向垂直,则质点做类平抛运动,质点速度方向与恒力方向的夹角随时间的增大而减小,选项A错误,B正确. 质点开始时做匀速直线运动,说明原来作用在质点上的合力为零,现对其施加一恒力,根据牛顿第二定律,质点加速度的方向总是与该恒力的方向相同,且大小不变,由 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 可知,质点单位时间内速度的变化量 Δv 总是不变的,但速率的变化量不确定,选项C正确,D错误.

58.【答案】 AC

【解析】 运动员在0时刻开始先做自由落体运动,然后做加速度逐渐减小的加速运动,在平衡位置速度最大,然后做加速度增大的减速运动,到达最低点速度为零.

A项,速度-时间图象的斜率大小代表物体运动的加速度. 该时间段内图象的斜率逐渐减小,说明加速度不断减小,合力逐渐减小,故A项正确.

B项,平衡位置的速度应最大,而此时物体速度为0,故B项错误.

C项,该时刻物体速度为0,由过程分析可知物体到达最低点,故C项正确.

D项,在该时刻物体刚刚接触蹦床,弹力为0,故D项错误.

综上所述,本题正确答案为AC.

59.【答案】 C

【解析】 对于竖直方向的弹簧振子问题,选择受力平衡点为平衡位置进行分析. 则 P 为上方最大位移处.

A 项,PQ 两点均位于最大位移处,回复力和加速度大小相同,P 处的回复力为 mg,加速度为 g,所以 Q 点的加速度也为 g,故 A 项错误.

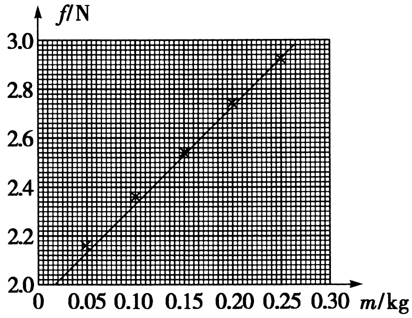
B 项,从 Q 到 N 的过程中,质点从最大位移处运动至平衡位置,加速度不断减小,故 B 项错误.

C 项,N 处为平衡位置,速度最大,故 C 项正确.

D 项,从 N 到 P 过程中,有弹簧弹力对小球做功,小球和弹簧组成的系统机械能守恒,小球本身机械能不守恒,故 D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 C.

60.【答案】 (1)2.75 (2)如图所示 (3)$\mu(M+m)g$ μg (4)0.40



【解析】 (1)对弹簧秤进行读数得 2.75 N.

(2)在图象上添加(0.05 kg,2.15 N)、(0.20 kg,2.75 N)这两个点,画一条直线,使尽可能多的点落在这条直线上,不在直线上的点大致均匀分布在直线两侧,如答案图所示.

(3)由实验原理可得 $f=\mu(M+m)g$,$f-m$ 图线的斜率为 $k=\mu g$.

(4)根据图象求出 $k=3.9$ N/kg,代入数据得 $\mu=0.40$.

61.【答案】 (2)$\sqrt{\dfrac{2(L-L_1)}{g}}$ (3)0.20 (4)多次测量取平均值;初始时乙的手指尽可能接近尺子(答案出一条即可)

【解析】 根据题述,在乙的反应时间 t 内,尺子下落高度 $h=L-L_1$,由自由落体运动规律可知,$h=\dfrac{1}{2}gt^2$,解得 $t=\sqrt{\dfrac{2(L-L_1)}{g}}$. 代入数据得 $t=0.20$ s.

62.【答案】 (1)对滑块受力分析可得:

$mg\sin\theta=F\cos\theta$

代入数据可得:$F=\dfrac{10\sqrt{3}}{3}$ N.

(2)由题意可知,滑块滑到木板上的初速度为 10 m/s

当 F 变为水平向右之后,由牛顿第二定律可得:

$mg\sin\theta+F\cos\theta=ma$

解得:$a=10\ \text{m/s}^2$

下滑的位移 $x=\dfrac{v^2}{2a}$

解得:$x=5$ m

故下滑的高度 $h=x\sin 30°=2.5$ m.

(3)由题图乙可知,二者先发生相对滑动,当达到共速后一块做匀减速运动,设木板与地面间的动摩擦因数为μ_1,滑块与木板间的摩擦因数为μ_2

二者共同减速时的加速度大小 $a_1=1\ m/s^2$,发生相对滑动时,木板的加速度 $a_2=1\ m/s^2$,滑块减速的加速度大小 $a_3=4\ m/s^2$

对整体受力分析可得:$a_1=\dfrac{\mu_1(M+m)g}{M+m}=\mu_1 g$

可得:$\mu_1=0.1$

在 0~2 s 内分别对 m 和 M 做受力分析可得:

对 M:$\mu_2 mg-\mu_1(M+m)g=Ma_2$

对 m:$\mu_2 mg=ma_3$

代入数据解方程可得:$M=1.5$ kg.

【解析】 (1)对滑块进行受力分析,根据共点力平衡在沿斜面方向上列平衡方程可得出水平力 F 的大小.

(2)对滑块进行受力分析,根据牛顿第二定律求出滑块的加速度 a,然后根据运动学基本公式可以求出下滑的位移 x,最后再根据几何关系得到滑块下滑的高度 h.

(3)先根据乙图得到滑块和木板各个阶段的加速度,对 M 和 m 整体进行受力分析,根据牛顿第二定律可得,木板与地面间的动摩擦因数;在滑块与木板相对滑动阶段,对滑块和木板分别进行受力分析,根据牛顿第二定律计算得,木板的质量.

63.【答案】 (1)设气球加速下降的加速度为 a,受到空气的浮力为 F,则由运动公式可知:$h_1=v_0t_0+\dfrac{1}{2}at_0^2$

解得 $a=1\ m/s^2$.

(2)由牛顿第二定律可得:$Mg-F=Ma$

抛掉质量为 m 的压舱物,气体匀速下降,有:$(M-m)g=F$

解得 $m=80$ kg.

(3)设抛掉压舱物时,气球的速度为 v_1,经过 $t_1=5$ s 下降的高度为 H

由运动公式可知:$v_1=v_0+at_0$

$H=v_1t_1$

解得 $H=30$ m.

【解析】 (1)由匀加速直线运动的基本公式,代入已知量即可求得加速度.

(2)由匀加速直线运动时牛顿第二定律,以及匀速直线运动时受力平衡,两个方程联立解得抛掉压舱物的质量.

(3)由匀加速直线运动的速度关系可求得抛掉压舱物后气球的速度,再由匀速直线运动 $H=v_1t_1$,可求得下降高度.

64.【答案】 (1)$\dfrac{\sqrt{2}v_0^2}{2\mu g}$ (2)$2v_0$ (3)$\dfrac{4\sqrt{5}\mu mgv_0}{5}$

【解析】 小工件由传送带甲传到乙上时,考虑其运动的相对性可知:

(1)摩擦力与侧向的夹角为 45°

侧向加速度大小:$a_x=\mu g\cos 45°$;在侧向上由匀变速直线运动规律可知 $-2a_xs=0-v_0^2$,解得小工件侧向滑动距离 $s=\dfrac{\sqrt{2}v_0^2}{2\mu g}$.

(2)设 $t=0$ 时刻摩擦力与侧向的夹角为 θ,侧向、纵向加速度的大小分别为 a_x、a_y,则$\dfrac{a_y}{a_x}=\tan\theta$,很小的 Δt 时间内,侧向、纵向的速度增量 $\Delta v_x=a_x\Delta t$,$\Delta v_y=a_y\Delta t$

解得$\frac{\Delta v_y}{\Delta v_x}=\tan\theta$

且由题意可知$\tan\theta=\frac{v_y}{v_x}$,则$\frac{v_y'}{v_x'}=\frac{v_y-\Delta v_y}{v_x-\Delta v_x}=\tan\theta$

所以摩擦力方向保持不变

则当$v_x'=0$时,$v_y'=0$,即工件停止侧向滑动时的速度为$v=2v_0$.

(3)工件在乙上滑动时侧向位移为x,沿乙方向的纵向位移为y,由题意可知:$a_x=\mu g\cos\theta$,$a_y=\mu g\sin\theta$

由匀变速运动规律可知

在侧向上:$-2a_x x=0-v_0^2$

在纵向上:$2a_y y=(2v_0)^2-0$

工件滑动时间:$t=\frac{2v_0}{a_y}$

乙前进的距离:$y_1=2v_0t$

工件相对乙的位移:$L=\sqrt{x^2+(y_1-y)^2}$,

则系统摩擦生热:$Q=\mu mgL$

电动机做功:$W=\frac{1}{2}m(2v_0)^2-\frac{1}{2}mv_0^2+Q$

由$\overline{P}=\frac{W}{t}$,解得电动机的平均输出功率为:$\overline{P}=\frac{4\sqrt{5}\mu mgv_0}{5}$.

65.【答案】 (1)$F_0=mg$可得重物质量$m=0.5$ kg

向下匀加速$mg-F_1=ma_1$

$a_1=0.8\ \text{m/s}^2$

向下匀减速$F_2-mg=ma_2$

$a_2=0.6\ \text{m/s}^2$.

(2)匀速运动速度$v=a_1t_1=2.4$ m/s

向下匀减速运动时间$t_3=\frac{v}{a_2}=4$ s

时间坐标$t_0=36\ \text{s}-4\ \text{s}=32$ s

向下匀加速$x_1=\frac{1}{2}a_1t_1^2=3.6$ m

匀速运动$x_2=vt_2=60$ m

向下匀减速$x_3=\frac{v}{2}t_3=4.8$ m

总位移$x=x_1+x_2+x_3=68.4$ m

平均每层楼高$h=\frac{x}{23-1}\approx3.1$ m.

【解析】 (1)以重物为参考对象,根据所给图数据对其进行受力分析,可知重物依次经历了静止状态、失重状态、匀速状态、超重状态. 根据牛顿第二定律列出公式,即可求出加速度.

(2)根据(1)中所求加速度及加速时间,可求出匀速运动时的速度,再根据(1)中所求减速过程加速度,可求出减速时间,从而得出匀速运动时间,即可求出t_0,则所有必要数据皆求出,分别根据匀加速、匀速、匀减速位移公式代入数据求出位移,各段位移求和并除以电梯经过的楼层,注意电梯一共走过22层,即得出平均楼高.

66.【答案】 (1)滑块由 C 处释放,经挡板碰撞后第一次滑回 P 点的过程中,由动能定理得

$$qE\frac{L}{2}-\mu mg(L+\frac{1}{2}L)=0$$

解得 $\mu=\frac{qE}{3mg}=0.25$;

(2)滑块在 CD 段上受到的滑动摩擦力 $\mu mg=0.01\ \text{N}$、电场力 $qE=0.03\ \text{N}$,滑动摩擦力小于电场力,故不可能停在 CD 段,滑块最终会在 DGH 间来回往复运动,到达 D 点的速度为 0.

全过程使用动能定理:$qEL-\mu mgs=0$

解得 $s=\frac{qEL}{\mu mg}=3L=2.4\ \text{m}$;

(3)GH 段的倾角 $\theta=37°$,滑块受到的重力 $mg=0.04\ \text{N}$,电场力 $qE=0.03\ \text{N}$,$qE\cos\theta=mg\sin\theta=0.024\ \text{N}$,加速度为0. 所以滑块与绝缘挡板碰撞的最大动能为滑块第一次运动到 G 点的动能,对 C 到 G 过程由动能定理得:

$$E_{max}=qE(L+r\sin\theta)-\mu mgL-mg(r-r\cos\theta)=0.018\ \text{J}$$

滑块最终在 DGH 间来回往复运动,碰撞绝缘体有最小动能,对 D 到 G 过程由动能定理得:

$$E_{min}=qEr\sin\theta-mg(r-r\cos\theta)=0.002\ \text{J}.$$

【解析】 问题求解:(1)由于 DGH 段是光滑的,这个阶段没有能量损失,所以只需要考虑 CD 阶段的运动即可,在水平方向上只有电场力和摩擦力做功,根据动能定理算出摩擦因数.(2)由于电场力大于摩擦力,所以不可能停在 CD 段,滑块最终会在 DGH 间来回往复运动,到达 D 点的速度为0. 根据几何关系,列出动能定理公式,求出总路程.(3)由于在 GH 阶段加速度为0,所以滑块与绝缘挡板碰撞的最大动能为滑块第一次运动到 G 点的动能,同样根据动能定理算出;滑块最终在 DGH 间来回往复运动,最小动能同样由动能定理得出.

67.【答案】 (1)木板最初做匀速直线运动,处于平衡状态,由平衡条件得:竖直方向:$F_N=Mg$;水平方向:$F_1=F$,滑动摩擦力:$F_1=\mu Mg$;解得:$\mu=0.5$;

(2)放第1块铁块后,木板做匀减速运动,则有:$\mu(M+m)g-F=Ma_1$;由运动学公式得:$2a_1L=v_0^2-v_1^2$,代入数据得:$v_1=2\sqrt{6}\ \text{m/s}$;

(3)设最终有 n 块铁块能静止在木板上. 则木板运动的加速度大小:$a_n=\frac{\mu nmg}{M}$

第1块铁块放上后有:$2a_1L=v_0^2-v_1^2$

第2块铁块放上后有:$2a_2L=v_1^2-v_2^2$

…

第 n 块铁块放上后有:$2a_nL=v_{(n-1)}^2-v_n^2$

由以上各式相加得:$(1+2+3+\cdots+n)\cdot 2\cdot\frac{\mu mg}{M}\cdot L=v_0^2-v_n^2$

要使木板停下来,必须有 $v_n=0$,代入解得:$n\approx6.6$

则 $6<n<7$,故最终有7块铁块放在木板上.

【解析】 (1)开始时木板做匀速运动,由平衡条件求出木板受到的滑动摩擦力,然后由滑动摩擦力公式求出动摩擦因数.

(2)铁块放在木板上后,木板对地面的压力变大,木板受到的滑动摩擦力变大,由牛顿第二定律和运动学公式结合可以求出即将放上第2块铁块时木板的速度.

(3)运用归纳法分别得到第2块铁块放上后、第3块铁块放上后…第 n 块铁块放上后木板的速度表达式,得到 v_n 的表达式,要使木板停下,$v_n=0$,即可求解.

68.【答案】 (1)设小铅块在前三块木块上运动的加速度大小为 a_1,刚滑到第四块的速度为 v_1,由牛顿第二定律得 $\mu_2Mg=Ma_1$,由运动学公式得 $v_0^2-v_1^2=2a_1\cdot3l$

联立上式得:$v_1=2\ \text{m/s}$;

(2)设小铅块滑到第 n 块木块时对木块的摩擦力为:$f_1=\mu_2 Mg=5\ \text{N}$

后面的$(5-n+1)$块木块受到地面的最大静摩擦力为:$f_2=\mu_1[M+(6-n)m]g$

要使木块滑动,应满足$f_2<f_1$,即$\mu_1[M+(6-n)m]g<5\ \text{N}$,解得:$n>3.5$,故取 $n=4$;

(3)设小铅块滑上第四块木块经过 t 秒和第四、五块木块达到共同速度,此过程小铅块和第四、五块木块相对地面的位移为 s_1 和 s_2,它们之间的相对位移为 Δs,第四、五块木块运动的加速度为 a_2,则有:$\mu_2 Mg-\mu_1(M+2m)g=2ma_2$,

$v_1-a_1t=a_2t$,$s_1=v_1t-\frac{1}{2}a_1t^2$,$s_2=\frac{1}{2}a_2t^2$,$\Delta s=s_1-s_2$,联立上式解得:$s_1=\frac{80}{81}\ \text{m}$,$\Delta s=\frac{8}{9}\ \text{m}$.

由于 $\Delta s<1\text{m}(s_1<1\text{m})$,说明小铅块没有离开第四块木块,最后小铅块与第四、五块木块达到共同速度一起减速为零.

设小铅块与第四、五块木块达到共同速度为 v_2,一起减速的加速度大小为 a_3,减速位移为 s_3,

则$\mu_1(2m+M)g=(2m+M)a_3$,$v_2=a_2t$,$s_3=\frac{v_2^2}{2a_3}$,联立上式得:$s_3=\frac{2}{81}\ \text{m}$

小铅块最终离第一块木块左端的距离为:$s=3l+s_1+s_3$

联立上式得到:$s=\frac{325}{81}\ \text{m}$.

【解析】 问题求解:

(1)小铅块在前三块木块滑动时,只受到木块的摩擦力进行匀减速运动,利用摩擦因数计算出减速运动的加速度,由匀变速运动的公式 $v^2-v_0^2=2ax$ 得到刚滑到第四块木块时的速度.

(2)木块想要滑动,则受到小铅块对它向右的摩擦力大于地面对它向左的摩擦力,由于物块的数量随着铅块的运动在减少,所以受到地面的最大静摩擦力也在减小,当小铅块滑到第三块木块后,后面的三块木块所受到的最大静摩擦力为 5.5 N,此时的最大静摩擦力大于小铅块对木块的摩擦力,当小铅块滑到第四块木块后,后面的两块木块所受到的最大静摩擦力为 4.5 N,此时的最大静摩擦力小于小铅块对木块的摩擦力,木块发生滑动.

(3)木块刚开始运动时,小铅块的速度不为零,所以此时木块先匀加速运动,小铅块匀减速运动,直到木块和小铅块的速度相等后,一起做匀减速运动直到静止. 所以距离第一块小木块的距离分成三部分:三个木块的长度,小铅块减速到与滑块速度相等时的位移,最后一起匀减速到静止的位移.

69.【答案】 (1)0.1 0.4 (2)6.0 m (3)6.5 m

【解析】 (1)规定向右为正方向. 木板与墙壁相碰前,小物块和木板一起向右做匀变速运动,设加速度为 a_1,小物块和木板的质量分别为 m 和 M. 由牛顿第二定律有 $-\mu_1(m+M)g=(m+M)a_1$ ①

由题图乙可知,木板与墙壁碰撞前瞬间的速度 $v_1=4\ \text{m/s}$,由运动学公式有 $v_1=v_0+a_1t_1$ ②

$s_0=v_0t_1+\frac{1}{2}a_1t_1^2$ ③

式中,$t_1=1\ \text{s}$,$s_0=4.5\ \text{m}$ 是木板碰撞前的位移,v_0 是小物块和木板开始运动时的速度.

联立①②③式和题给条件可得 $\mu_1=0.1$ ④

在木板与墙壁碰撞后,木板以 $-v_1$ 的初速度向左做匀变速运动,小物块以 v_1 的初速度向右做匀变速运动. 设小物块的加速度为 a_2,由牛顿第二定律有 $-\mu_2 mg=ma_2$ ⑤

由题图乙可得 $a_2=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}$ ⑥

式中,$t_2=2\ \text{s}$,$v_2=0$,$t_1=1\ \text{s}$,$v_1=4\ \text{m/s}$,联立⑤⑥式和题给条件可得 $\mu_2=0.4$. ⑦

(2)设碰撞后木板的加速度为 a_3,经过时间 Δt,木板和小物块刚好具有共同速度 v_3. 由牛顿第二定律及运动学公式得 $\mu_2 mg+\mu_1(M+m)g=Ma_3$ ⑧

$v_3=-v_1+a_3\Delta t$ ⑨

$v_3=v_1+a_2\Delta t$ ⑩

碰撞后至木板和小物块刚好达到共同速度的过程中，木板运动的位移为 $s_1=\frac{-v_1+v_3}{2}\Delta t$ ⑪

小物块运动的位移为 $s_2=\frac{v_1+v_3}{2}\Delta t$ ⑫

小物块相对木板的位移为 $\Delta s=s_2-s_1$ ⑬

联立④⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬式，并代入数值得 $\Delta s=6.0\ \text{m}$ ⑭

因为运动过程中小物块没有脱离木板，所以木板的最小长度应为6.0 m.

(3)在小物块和木板具有共同速度后，两者向左做匀变速运动直至停止，设加速度为 a_4，此过程中小物块和木板运动的位移为 s_3. 由牛顿第二定律及运动学公式得 $\mu_1(m+M)g=(m+M)a_4$ ⑮

$0-v_3^2=2a_4s_3$ ⑯

碰后木板运动的位移为 $s=s_1+s_3$ ⑰

联立④⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑮⑯⑰式，并代入数值得 $s=-6.5\ \text{m}$

木板右端离墙壁的最终距离为6.5 m.

70.【答案】 (1)物块与木板刚好没有发生相对滑动时，设物块的临界加速度为 a_{max}，

对物块有 $f=\mu_1 mg\cos\alpha$，$f-mg\sin\alpha=ma_{max}$

对木板有 $F-f_1-f_2-Mg\sin\alpha=Ma_{max}$，$f_1=\mu_1 mg\cos\alpha$，$f_2=\mu_2(M+m)g\cos\alpha$，代入数据解得 $F=9\ \text{N}$，

则 F 应满足 $F>9\ \text{N}$；

(2)因为 $F=10\ \text{N}>9\ \text{N}$，则物块能离开木板，设木板与物块经过 t 时间分离

对物块有 $a_1=a_{max}$，对木板有 $a_2=\frac{F-f_1-f_2-Mg\sin\alpha}{M}$

代入数据可解得 $a_1=2.5\ \text{m/s}^2$，$a_2=4.5\ \text{m/s}^2$

由木板与物块分离得 $L=\frac{1}{2}a_2t^2-\frac{1}{2}a_1t^2$，解得 $t=1\ \text{s}$，产生热量 $Q=f_1L+f_2(vt+\frac{1}{2}a_2t^2)$，解得 $Q=15\ \text{J}$.

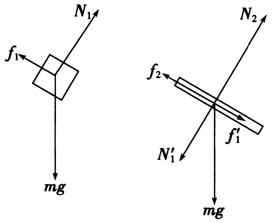
【解析】 问题求解：

(1)当物块与木板发生相对滑动时，对物块 m 进行受力分析，物块受到沿斜面向上的摩擦力，垂直于斜面的支持力，竖直向下的重力，根据牛顿第二定律可求出物块的最大加速度. 对木板进行受力分析，木板受到自身的重力，拉力 F，传送带提供的沿斜面向下的摩擦力、垂直于斜面向上的支持力，物块提供的沿斜面向下的摩擦力，垂直于斜面向下的压力，运用牛顿第二定律可以求出此时木板的加速度. 若要物块滑离木板，则要求木板的加速度大于物块的加速度，以此求出恒力应该满足的条件.

(2)因为 $F=10\ \text{N}$ 是满足(1)求出的条件的，判断出物块能够离开木板. 木板和物块均做初速度为0但加速度不同的匀加速直线运动，刚好分离时两者的位移差为木板长度，以此求出分离需要经历的时间. 系统摩擦生热等于物块木板之间摩擦生热与木板传送带之间摩擦生热之和，物块与木板的相对位移为木板长度，木板与传送带的相对位移为木板运动的位移与传送带运动的位移之和，最后运用公式 $Q=fx$ 可求解.

71.【答案】 (1)3 m/s^2　1 m/s^2　(2)4 s

【解析】 (1)在0～2 s时间内，A 和 B 的受力如图所示，其中 f_1、N_1 是 A 与 B 之间的摩擦力和正压力的大小，f_2、N_2 是 B 与 C 之间的摩擦力和正压力的大小，方向如图所示. 由滑动摩擦力公式和力的平衡条件可得



$f_1=\mu_1N_1$ ①

$N_1=mg\cos\theta$ ②

$f_2=\mu_2 N_2$ ③

$N_2=N_1'+mg\cos\theta$ ④

规定沿斜面向下为正. 设 A 和 B 的加速度分别为 a_1 和 a_2，由牛顿第二定律可得

$mg\sin\theta-f_1=ma_1$ ⑤

$mg\sin\theta-f_2+f_1'=ma_2$ ⑥

$N_1=N_1'$ ⑦

$f_1=f_1'$ ⑧

联立①②③④⑤⑥⑦⑧式，并代入题给数据得

$a_1=3\ \text{m/s}^2$ ⑨

$a_2=1\ \text{m/s}^2$. ⑩

(2)在 $t_1=2$ s时，设 A 和 B 的速度分别为 v_1 和 v_2，则

$v_1=a_1t_1=6\ \text{m/s}$ ⑪

$v_2=a_2t_1=2\ \text{m/s}$ ⑫

$t>t_1$ 时，设 A 和 B 的加速度分别为 a'_1 和 a'_2. 此时 A 与 B 之间的摩擦力为零，同理可得

$a'_1=6\ \text{m/s}^2$ ⑬

$a'_2=-2\ \text{m/s}^2$ ⑭

B 做减速运动. 设经过时间 t_2，B 的速度减为零，则有

$v_2+a'_2t_2=0$ ⑮

联立⑫⑭⑮式可得

$t_2=1\ \text{s}$ ⑯

在 t_1+t_2 时间内，A 相对于 B 运动的距离为

$$s=\left(\frac{1}{2}a_1t_1^2+v_1t_2+\frac{1}{2}a'_1t_2^2\right)-\left(\frac{1}{2}a_2t_1^2+v_2t_2+\frac{1}{2}a'_2t_2^2\right)$$

$=12\ \text{m}<27\ \text{m}$ ⑰

此后 B 静止，A 继续在 B 上滑动. 设再经过时间 t_3 后 A 离开 B，则有

$l-s=(v_1+a'_1t_2)t_3+\frac{1}{2}a'_1t_3^2$ ⑱

可得 $t_3=1$ s(另一解不合题意，舍去) ⑲

设 A 在 B 上总的运动时间为 $t_{总}$，有

$t_{总}=t_1+t_2+t_3=4$ s.

72.【答案】 (1)设滑块 A 从斜面下滑过程中加速度大小为 a_0，到达底端时速度大小为 v_0，由牛顿第二定律和运动学公式可得：

$mg\sin\alpha-\mu_1 mg\cos\alpha=ma_0$ ①

$v_0^2-0=2a_0s$ ②

由①②可得：$v_0=6\ \text{m/s}$

假设 A 滑上 B 的上表面后，B 仍保持静止，则 A 在 B 上减速滑动至停止

$a_A=\mu_1 g=5\ \text{m/s}^2$ ③

$x=\dfrac{0-v_0^2}{-2a_A}=3.6\ \text{m}>3\ \text{m}$ ④

A 会从 B 上滑下，假设不成立

故当 A 滑上 B 的上表面后，B 与地面会发生相对滑动.

(2)设 A 滑上 B 后,再经时间 t 两者达到共同速度,A、B 的加速度大小分别为:

$a_A=\mu_1 g=5\ \text{m/s}^2$ ⑤

$a_B=\dfrac{\mu_1 mg-2\mu_2 mg}{m}=5-20\mu_2$ ⑥

$v_0-a_A t=a_B t$ ⑦

$s_A=v_0 t-\dfrac{1}{2}a_A t^2$ ⑧

$s_B=\dfrac{1}{2}a_B t^2$ ⑨

$s_A-s_B=L$ ⑩

解得:$\mu_2=0.2$.

【解析】 (1)假设物块 B 能保持静止,通过滑块 A 的受力情况求解出其水平运动的最大距离,比较最大距离和 B 的长度,验证假设的正确性;

(2)A、B 不能保持相对静止,则 A 在到达 B 最右端时两者速度相等,结合受力分析、加速度和位移关系求解.

73.【答案】 在 F 的作用下,A 做匀加速运动,B 静止不动,当 A 运动位移为 L_1 时 B 进入粗糙段,设此时 A 的速度为 v_A,则:

对 A:由动能定理:$FL_1-\mu_1(M+m)gL_1=\dfrac{1}{2}Mv_A^2$ ①

B 进入粗糙段后,设 A 加速度为 a_A,B 加速度为 a_B,

对 A:由牛顿第二定律:$F-\mu_1(M+m)g-\mu_2 mg=Ma_A$ ②

对 B:由牛顿第二定律:$\mu_2 mg=ma_B$ ③

由①得 $v_A=2\ \text{m/s}$ ④

由②得 $a_A=0$ ⑤

即 A 以 $v_A=2\ \text{m/s}$ 的速度做匀速直线运动直至 A、B 分离,设分离时 B 的速度为 v_B,B 在粗糙段滑行的时间为 t,则:

对 A:$s_A=v_A t$ ⑥

对 B:$v_B=a_B t$ ⑦

$s_B=\dfrac{1}{2}a_B t^2$ ⑧

又:$s_A-s_B=L_2$ ⑨

联立解得:$L_2=1\ \text{m}$.

【解析】 先根据动能定理求出 B 刚进入粗糙段时 A 的速度,再根据牛顿第二定律,求出 B 进入粗糙段后 A、B 两者的加速度,再根据运动学公式求出 B 进入粗糙段后直到两者分离的过程中,A、B 各自的位移,根据位移差等于 L_2,列出方程,即可求出 L_2.

74.【答案】 (1)刚释放时,对物块 B,设其加速度为 a_1,则 $mg\sin\theta=ma_1$

对木块 A 分析有:$Mg\sin\theta<\mu_1(m+M)g\cos\theta$

B 在 A 的上部分滑动时,A 保持静止. 设 B 刚离开上部分时的速度为 v_1,由公式 $v_1^2=2a_1L_1$

解得:$v_1=3\ \text{m/s}$

B 在 A 的上部分滑动时间为 t_1,由 $v_1=a_1t_1$

解得:$t_1=0.5\ \text{s}$

B 在 A 的下部分滑动时,设 B 的加速度为 a_2,A 的加速度为 a_3,该过程的时间为 t_2,B 的位移为 x_1,A 的位移为 x_2:

$mg\sin\theta-\mu_2 mg\cos\theta=ma_2$

$Mg\sin\theta+\mu_2 mg\cos\theta-\mu_1(M+m)g\cos\theta=Ma_3$

解得：$a_2=4\ \mathrm{m/s^2}$，$a_3=1.6\ \mathrm{m/s^2}$

$x_1=v_1t_2+\frac{1}{2}a_2t_2^2$

$x_2=\frac{1}{2}a_3t_2^2$

$x_1-x_2=L-L_1$

解得：$t_2=0.5\ \mathrm{s}$

B 在 A 上滑动的时间为 t，则 $t=t_1+t_2=1\ \mathrm{s}$.

(2)设物块 B 离开薄板 A 时，物块 B 和薄板 A 的速度分别为 v_2 和 v_3：

$v_2=v_1+a_2t_2$

$v_3=a_3t_2$

解得：$v_2=5\ \mathrm{m/s}$，$v_3=0.8\ \mathrm{m/s}$

B 滑到斜面上后，设 B 的加速度为 a_4，A 的加速度为 a_5：

$mg\sin\theta-\mu_3 mg\cos\theta=ma_4$

$Mg\sin\theta-\mu_1 Mg\cos\theta=Ma_5$

$a_4=2\ \mathrm{m/s^2}$，$a_5=2.8\ \mathrm{m/s^2}$

B 滑到斜面上后到 A、B 再次相遇时间为 t_3，位移为 x_3：

$x_3=v_2t_3+\frac{1}{2}a_4t_3^2$

$x_3=v_3t_3+\frac{1}{2}a_5t_3^2$

$t_3=10.5\ \mathrm{s}$.

【解析】 (1)由于 A 由两种材料组成，需要分段考虑，首先考虑 B 在 ab 以上的运动，A 上表面光滑，对 A 受力分析，A 重力沿斜面向下的分力小于摩擦力，所以 A 保持不动，对 B 受力分析，由牛顿第二定律可知，B 的重力沿斜面的分力提供加速度，列式结合运动学相关公式，可以求得此过程所用时间；B 在 ab 以下运动到离开 A，分别对 A、B 受力分析及牛顿第二定律列式，解出各自的加速度，结合运动学公式，可以求出此过程的时间，进而求出总时间.

(2)物块 B 离开薄板 A 时，先运用运动学公式求出各自离开时的速度，然后对各自进行受力分析，求出各自的加速度，根据位移相等结合运动学公式求出经历的时间.

考点六　超重和失重

75.【答案】 C

【解析】 由于空气阻力的存在，根据 $F=ma$ 可知箱子的实际加速度小于 g，所以物体的加速度也小于 g，故箱子对物体有支持力，箱内物体对箱子底部有压力，故 A 项错误. 随着箱子下落，箱子的速度也越来越大，因此受到的空气阻力也越来越大，加速度越来越小，所以物体受到的支持力也越来越大，故 B 项错误，C 项正确. 若下落距离足够长，空气阻力会与重力平衡，箱子与物体一起做匀速直线运动，此时箱子对物体的支持力大小等于物体的重力大小，故 D 项错误.

综上所述，本题正确答案为 C.

考点七　运动的合成与分解

76.【答案】 ACD

【解析】 A 项,由 $h=H-bt^2$ 可知伤员在竖直方向的运动是加速度为 $a=2b\ m/s^2$ 的匀加速直线运动,竖直方向只受两个力的作用,所以悬索的拉力大于伤员的重力,悬绳处于竖直状态,故 A 项正确.

B、C、D 项,因为直升机在水平方向做匀速直线运动,伤员在竖直方向上是匀加速直线运动,所以从地面上看伤员的运动是类平抛运动,故 C、D 项正确,B 项错误.

综上所述,本题正确答案为 ACD.

77.【答案】 A

【解析】 如图所示,小球做圆周运动,重力和杆对球作用力的合力沿杆方向的分力提供向心力,因杆对球的作用力恰好和杆垂直,所以重力沿杆方向的分力提供向心力,得 $mg\sin\theta=m\omega^2L$,所以 $\sin\theta=\frac{\omega^2L}{g}$,故 A 项正确.

综上所述,本题正确答案为 A.

78.【答案】 BC

【解析】 A 项,乙船恰好到达正对岸,所以水流向右. 甲船的实际运动为沿水流方向的匀速运动和船沿船头方向的匀速运动的合运动,合速度的方向显然不与河岸垂直,且合速度方向与河岸夹角小于 α,所以甲船不能到达正对岸,而是到达对岸 P 点的右侧,故 A 项错误.

B 项,甲、乙两船的速度大小相同,且速度方向与河岸的夹角也相同,则两船速度在垂直于河岸方向的分速度相同,河宽固定,所以两船渡河所用时间相等,故 B 项正确.

C、D 项,由 A、B 项分析知,甲、乙两船的位置连线始终与河岸平行,且两船同时到达对岸,所以两船必然相遇在 NP 线段中的某一点,即渡河的过程中会相遇,故 C 项正确,D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 BC.

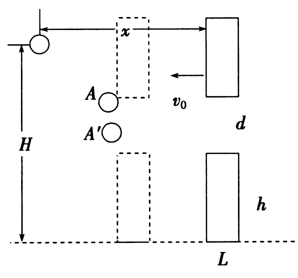
79.【答案】 B

【解析】 设小船相对静水的速度为 v',河的宽度为 l,去程时过河的时间为 $t=\frac{l}{v'}$,回程时船头与河岸所成角度为 θ,$v=v'\cos\theta$,回程的时间 $t'=\frac{l}{v'\sin\theta}$,由题意可知 $\frac{t}{t'}=k$,解得 $v'=\frac{v}{\sqrt{1-k^2}}$,故 B 项正确.

综上所述,本题正确答案为 B.

80.【答案】 0.8　0.8 m≤x≤1 m

【解析】 当障碍物运动到 A' 时质点刚好从 A 点进入矩形孔,此时若质点能穿过该孔,对应的 L 为最大值. 设障碍物运动到 A' 所需的时间为 t_1,则 $H-d-h=\frac{1}{2}gt_1^2$,代入数值解得 $t_1=0.2$ s,则此时质点竖直方向上的速度为 $v_1=gt_1=2$ m/s. 质点穿过矩形孔的运动可以看做矩形孔静止不动,质点水平方向做速度 $v_0=4$ m/s 的匀速直线运动,竖直方向上做初速度为 2 m/s,加速度为 10 m/s^2 的匀加速直线运动,设质点穿过矩形孔的时间为 t_2,$L=v_0t_2$,$d=v_1t_2+\frac{1}{2}gt_2^2$,联立计算得 $t_2=0.2$ s,$L=0.8$ m. 以上分析亦对应 x 的最小值,x 继续增大,则质点从矩形孔中间某一位置 B 进入矩形孔,若刚好从矩形孔右下方出来,则此时对应的 x 为最大值,则 $H-h=\frac{1}{2}gt_3^2$,$v_0t_3=L+x$,代入数值解得 $x=1$ m,所以 0.8 m≤x≤1 m.



81.【答案】 (1)水滴在竖直方向做自由落体运动,有 $h=\frac{1}{2}gt^2$

得 $t=\sqrt{\frac{2h}{g}}=\sqrt{\frac{2\times1.25}{10}}\ \text{s}=0.5\ \text{s}$.

(2)要使每一滴水在落面上的落点都位于同一直线,则圆盘在 0.5 s 内转过的弧度为 $k\pi(k=1,2,3,\cdots)$

由 $\omega t=k\pi$

得 $\omega=\frac{k\pi}{0.5}=2k\pi(1,2,3,\cdots)$.

(3)第二滴水离开 O 点的距离为 $x_2=\frac{1}{2}at^2+at\cdot t=\frac{3}{8}a$

第三滴水离开 O 点的距离为 $x_3=\frac{1}{2}a(2t)^2+a\cdot 2t\cdot t=a$

又 $\Delta\theta=\omega t=\pi$

即第二滴水和第三滴水分别落在圆盘上 x 轴正方向及 x 轴的负方向上,

故 $\frac{3}{8}a+a=2$

解得:$a=1.45\ \text{m/s}^2$.

【解析】 (1)离开容器后,水滴做平抛运动.每一滴水在竖直方向上做自由落体运动,由自由落体运动的运动学公式求得时间.

(2)要使每一滴水在盘面上的落点都位于同一直线上,则圆盘在 0.5 s 内转过的弧度为 $k\pi(k=1,2,3,\cdots)$.据此列式计算其角速度.

(3)通过匀加速直线运动和平抛运动规律求出两个水滴在水平方向的位移,根据角度关系和落点距离列式求得加速度大小.

考点八　抛体运动

82.【答案】 A

【解析】 甲、乙两球都落在同一斜面上,则隐含做平抛运动的甲、乙的最终位移方向相同,根据位移方向与末速度方向的关系,即末速度与水平方向夹角的正切值是位移与水平方向夹角的正切值的 2 倍,可得它们的末速度方向也相同,在速度矢量三角形中,末速度比值等于初速度比值,故 A 正确.

83.【答案】 AC

【解析】 速度方向沿轨迹的切线的方向,由两物体的运动轨迹一样可知,两物体落地时的速度方向相同,故 A 项正确.对物体 A,根据动能定理得,$m_AgL=\frac{1}{2}m_Av_A^2-\frac{1}{2}m_Av_0^2$,化简得 $v_A=\sqrt{2gL+v_0^2}$;对物体 B,根据动能定理得,$m_BgL=\frac{1}{2}m_Bv_B^2$,化简得 $v_B=\sqrt{2gL}$,故 B 项错误.对物体 A,做平抛运动,竖直方向有 $v^2-0=2gh$,则可得落地时竖直方向上的速度为 $\sqrt{2gL}$,于是水平方向与合速度方向夹角的正切值为 $\tan\theta=\frac{\sqrt{2gL}}{v_0}$;水平方向的位移与竖直方向的位移相等,所以有 $v_0=\sqrt{\frac{gL}{2}}$,解得 $\cos\theta=\sqrt{\frac{1}{5}}$;物体 B 的速度 $v_B=\sqrt{2gL}$,所以物体 B 落地时,水平方向的速度为 $v_B\cos\theta$,即 $\sqrt{\frac{2gL}{5}}$,故 C 项正确.物体 B 的速度 $v_B=\sqrt{2gL}$,所以物体 B 落地时,竖直方向的速度为 $v_B\sin\theta$,即 $\sqrt{\frac{8gL}{5}}$,所以重力的瞬时功率为 $2mg\sqrt{\frac{2gL}{5}}$,故 D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 AC.

84.【答案】 B

【解析】 根据几何关系可知,足球做平抛运动的竖直高度为 h,水平位移为 $x_{水平}=\sqrt{s^2+\frac{L^2}{4}}$,则足球位移的大小为:$x=\sqrt{x_{水平}^2+h^2}=\sqrt{s^2+\frac{L^2}{4}+h^2}$,选项 A 错误;由 $h=\frac{1}{2}gt^2$,$x_{水平}=v_0t$,可得足球的初速度为 $v_0=\sqrt{\frac{g}{2h}\left(\frac{L^2}{4}+s^2\right)}$,选项 B 正确;对小球应用动能定理:$mgh=\frac{mv^2}{2}-\frac{mv_0^2}{2}$,可得足球末速度 $v=\sqrt{v_0^2+2gh}=\sqrt{\frac{g}{2h}\left(\frac{L^2}{4}+s^2\right)+2gh}$,选项 C 错误;初速度方向与球门线夹角的正切值为 $\tan\theta=\frac{2s}{L}$,选项 D 错误.

85.【答案】 D

【解析】 A 项,根据图象,物体做平抛运动,动能增量等于重力所做的功,即 $\Delta E_k=mgh$;而 2 s 内,物体下降的高度为 $h=\frac{1}{2}gt^2=20\ \text{m}$;联立可得 $m=0.125\ \text{kg}$,故 A 项错误.

B 项,根据动能定义可得 $E_k=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow v=4\sqrt{30}\ \text{m/s}$,故 B 项错误.

C 项,根据 A 项分析可知 C 项错误.

D 项,2 s 末小球竖直方向的瞬时速度为 $v=gt=20\ \text{m/s}$,所以重力的瞬时功率为:$P=mgv=25\ \text{W}$,故 D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 D.

86.【答案】 C

【解析】 A 项,根据 $h=\frac{1}{2}gt^2$,得 $t=\sqrt{\frac{2h}{g}}$,由于 B、C 下落的高度相同,则 B、C 两球飞行时间相同,大于 A 球飞行时间,故 A 项错误.

B 项,A、B 两球都落在斜面上,竖直方向的位移和水平方向上位移比值一定,即有:$\tan\theta=\frac{y}{x}=\frac{gt}{2v_0}$,解得:$t=\frac{2v_0}{g}$. 则落在斜面上时竖直方向上的分速度为 $v_y=gt=2v_0\tan 45°=2v_0$,设球落在斜面上时速度与水平方向的夹角为 α,有:$\tan\alpha=\frac{gt}{v_0}=2\tan\theta=2$,可知落在斜面上时,速度与水平方向的夹角与初速度无关,则 A、B 小球落点处的速度方向相同,故 B 项错误.

C、D 项,小球落到 A、B 点,水平位移 $x=v_0t=\frac{2v_0^2}{g}$,P、A、B 在水平方向间隔相等,可得:两次抛出时小球的速率之比为:$v_A:v_B=1:\sqrt{2}$;小球落到 B、C 两点,则运动的时间相等,而 P、A、B、C 在水平方向间隔相等,根据 $v_0=\frac{x}{t}$ 可知,两次抛出小球的速率之比为:$v_B:v_C=2:3$;所以 $v_A:v_C=\sqrt{2}:3$,故 C 项正确,D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 C.

本题的易错项为 D 项. 小球在竖直方向做自由落体运动,所以小球分别落到 B、C 的时间相等,而水平位移为 2 : 3,所以两次平抛的初速度之比也为 2 : 3.

考点九　圆周运动

87.【答案】 C

【解析】 天宫一号中的所有物体重力全部用于提供绕地球做圆周运动的向心力，所以处于完全失重状态. A、C 项，在本实验当中，绳上的拉力提供小球做圆周运动的向心力，小球受的力对小球不做功，所以小球的动能不变，即 $E_{ka}=E_{kb}=E_{kc}=E_{kd}$，小球做匀速圆周运动，因为绳上的拉力提供向心力 $T=\frac{mv^2}{r}$，所以 $T_a=T_b=T_c=T_d$，故 A 项错误，C 项正确. B、D 项，若在 c 点绳子突然断裂，王亚平将看到小球将做沿 c 处的圆的切线斜向上运动且速度不变，若在 b 点绳子突然断裂，王亚平将看到小球做水平运动且速度不变，故 B、D 项错误. 综上所述，本题正确答案为 C.

88.【答案】 BD

【解析】 A、B 项，对 A 受力分析，受重力、支持力以及 B 对 A 的静摩擦力，静摩擦力提供向心力，$f=3m\omega^2r\leqslant3\mu mg$，故 A 项错误，B 项正确.

C、D 项，A、AB、C 受到的静摩擦力均提供向心力，故分别进行受力分析，对 A：$3m\omega^2r\leqslant3\mu mg$

对 AB 整体：$(3m+2m)\omega^2r\leqslant\mu(3m+2m)g$

对 C：$m\omega^2(1.5r)\leqslant\mu mg$

解得 $\omega\leqslant\sqrt{\frac{2\mu g}{3r}}$，故 C 项错误，D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 BD.

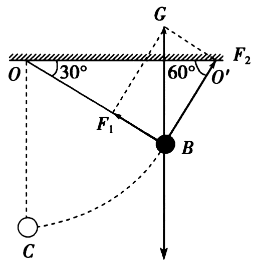
89.【答案】 C

【解析】 当小球恰好能经过最高点 A 时，重力沿斜面的分力提供向心力，所以 $mg\sin\alpha=m\frac{v^2}{L}$，解得 $v=2$ m/s，小球经过最低点 B 时，由机械能守恒有 $\frac{1}{2}mv^2+mg\times2L\sin\alpha=\frac{1}{2}mv_B^2$，解得 $v_B=\sqrt{\frac{5}{2}gL}=2\sqrt{5}$ m/s，故 C 项正确.

综上所述，本题正确答案为 C.

90.【答案】 D

【解析】 烧断 $O'B$ 前，对小球进行受力分析，小球处于平衡状态，合力为零，如下图所示：



则可得：$F_1=mg\sin30°=\frac{1}{2}mg$. 烧断 $O'B$ 后，设小球摆到最低点时速度为 v，绳长为 L. 在小球摆到最低点的过程中，根据机械能守恒定律有：$mgL(1-\sin30°)=\frac{1}{2}mv^2$，且在最低点，根据受力分析可得：$F_{向}=F_2-mg=\frac{mv^2}{L}$，根据上面两式可解得：$F_2=2mg$. 因此 $F_1:F_2=1:4$，故 D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 D.

91.【答案】 B

【解析】 b 从图示位置摆动到最低点过程中，只有重力做功，机械能守恒，并设 b 到定滑轮的距离为 L，则：$m_bg(L-L\cos60°)=\frac{1}{2}m_bv^2$；当 b 到达最低点的时候，由于 a 刚好对地面没有压力，所以绳子的拉力 $T=m_ag$. 此时对于 b，绳

子的拉力和 b 的重力提供其圆周运动的向心力,有:$T-m_bg=m_b\frac{v^2}{L}$. 联立解得:$m_ag=2m_bg$,即:a 的质量是 b 质量的两倍,故 B 项正确. 综上所述,本题正确答案为 B.

92.【答案】 AD

【解析】 A 项,在最高点时,绳对小球的拉力和重力的合力提供向心力,则得:$mg+F_T=m\frac{v^2}{L}$,得 $F_T=m\frac{v^2}{L}-mg$,图象的斜率为 $k=\frac{a}{b}=\frac{m}{L}$,所以 $L=\frac{mb}{a}$,故 A 项正确. B 项,当 $v^2=0$ 时,$F_T=-a$,根据 $F_T=m\frac{v^2}{L}-mg$ 可知 $F_T=-mg$,所以 $g=\frac{a}{m}$,故 B 项错误. C 项,当 $v^2=c$ 时,代入 $F_T=m\frac{v^2}{L}-mg$,可知 $F_T=\frac{ac}{b}-a$,故 C 项错误. D 项,只要 $v^2\geqslant b$,绳子的拉力大于 0,在最高点 $F_T+mg=m\frac{v_1^2}{L}$,最低点 $F'_T-mg=m\frac{v_2^2}{L}$,从最高点到最低点的过程中,根据动能定理得 $\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2=2mgL$,联立得 $F'_T-F_T=6mg=6a$,故 D 项正确. 综上所述,本题正确答案为 AD.

93.【答案】 ACD

【解析】 A、B 项,由题中条件易知弹簧的弹力始终为 $F_k=kR=mg$,方向背离圆心,易得在最高点以外的任何地方轨道对小球均会有弹力作用,所以无论初速度多大,小球均不会脱离轨道,故 A 项正确,B 项错误.

C 项,由题中条件易知,小球在运动过程中只有重力做功,故机械能守恒,小球做完整圆周运动的临界情况是最高点时速度为零,此情况下,有$\frac{1}{2}mv_0^2=2mgR$,解得 $v_0=\sqrt{4gR}$,所以只要 $v_0>\sqrt{4gR}$,小球就能做完整的圆周运动,故 C 项正确.

D 项,小球做完整的圆周运动时,最高点时小球与轨道间压力最小,设为 F_1,最低点时压力最大,设为 F_2. 设最高点时速度为 v,易得 $v=\sqrt{v_0^2-4gR}$,则有 $F_2=mg+kR+\frac{mv_0^2}{R}=2mg+\frac{mv_0^2}{R}$,$F_1=\frac{mv^2}{R}=\frac{mv_0^2}{R}-4mg$,$F_2-F_1=6mg$,所以只要小球能做完整圆周运动,则小球与轨道间的最大压力与最小压力之差与初速度无关,故 D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 ACD.

94.【答案】 (1)当摆球由 C 运动到 D,机械能守恒,则得:$mg(L-L\cos\theta)=\frac{1}{2}mv_D^2$

在 D 点,由牛顿第二定律可得:$F_m-mg=m\frac{v_D^2}{L}$

代入数据解得 $F_m=20$ N.

(2)小球不脱离圆轨道分两种情况:

①要保证小球能达到 A 孔,设小球到达 A 孔的速度恰好为零,

对小球从 D 到 A 的过程,由动能定理可得:$-\mu_1mgs=0-\frac{1}{2}mv_D^2$

解得:$\mu_1=0.5$

若进入 A 孔速度较小,那么将会在圆心以下做等幅摆动,不脱离轨道,其临界情况为到达圆心等高处速度为 0,由机械能守恒可得:$\frac{1}{2}mv_A^2=mgR$

由动能定理可得:$-\mu_2mgs=\frac{1}{2}mv_A^2-\frac{1}{2}mv_D^2$

解得:$\mu_2=0.35$.

②若小球能过圆轨道的最高点且不会脱离轨道,在圆周的最高点由牛顿第二定律可得:$mg=m\frac{v^2}{R}$,

由动能定理可得:$-\mu_3mgs-2mgR=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_D^2$

解得：$\mu_3=0.125$

综上所述，摩擦因数μ的范围为：$0.35\leqslant\mu\leqslant0.5$或者$\mu\leqslant0.125$.

【解析】 (1)由圆周运动可知，摆球在D点时，摆线的拉力最大，根据机械能守恒定律求得摆线摆到D点时的速度，由向心力公式求出最大拉力.

(2)要使摆球进入圆轨道并且不脱离，有两种情况.一种在圆心以下做等幅摆动；另一种是在圆轨道上做完整的圆周运动.

对于第一种情况，要保证小球能达到A孔，小球到达A孔的速度恰好为零，为摩擦阻力最大值.进入A孔速度较小，那么将会在圆心以下做等幅摆动，不脱离轨道，其临界情况为到达圆心等高处速度为0.根据此临界条件求得摩擦因数的范围.

对于第二种情况，若小球能过圆轨道的最高点，根据重力提供为向心力，求得最小速度.根据动能定理求得最大的摩擦因数.

考点十　功和功率

95.【答案】 A

【解析】 由动能定理$W_F-W_f=E_k-0$，可知木箱获得的动能一定小于拉力所做的功，A正确.

96.【答案】 AC

【解析】 根据位移相同可得两图线与时间轴围成的面积相等，$\frac{1}{2}v_0\times2t_0=\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}v_0[2t_0+t'+(t_0+t')]$，解得$t'=\frac{1}{2}t_0$，则对于第①次和第②次提升过程中，矿车上升所用的时间之比为$2t_0:(2t_0+\frac{1}{2}t_0)=4:5$，A正确.加速过程中的牵引力最大，且已知两次加速时的加速度大小相等，故两次中最大牵引力相等，B错误.由题知两次提升的过程中矿车的最大速度之比为$2:1$，由功率$P=Fv$，得最大功率之比为$2:1$，C正确.两次提升过程中矿车的初、末速度都为零，则电机所做的功等于克服重力做的功，重力做的功相等，故电机所做的功之比为$1:1$，D错误.

97.【答案】 A

【解析】 第一次小球在水平拉力F_1作用下，从P点缓慢地移动到Q点，则小球处于平衡状态，根据平衡条件得：$F_1=mg\tan\theta$，随着θ增大，F_1逐渐增大，绳子的拉力$T_1=\frac{mg}{\cos\theta}$，$T_1$逐渐变大；第二次从$P$点开始运动并恰好能到达$Q$点，则到达$Q$点时速度为零，在此过程中，根据动能定理得：$F_2l\sin\theta=mgl(1-\cos\theta)$解得：$F_2=mg\tan\frac{\theta}{2}$；A项，第一次运动到$Q$点时，受力平衡，根据几何关系可知，$T_1=\frac{mg}{\cos\theta}$，第二次运动到$Q$点时，速度为零，则向心力为零，则绳子拉力$T_2=mg\cos\theta+F_2\sin\theta=mg\cos\theta+\frac{mg(1-\cos\theta)}{\sin\theta}\cdot\sin\theta=mg$，则$T_1\cos\theta=T_2$，故A项正确.B项，第二次由于重力和拉力都是恒力，可以把这两个力合成为新的“等效重力”，则第二次小球的运动可以等效于单摆运动，当绳子方向与重力和F_2的合力方向在同一直线上时，小球处于“等效最低点”，最低点的速度最大，此时绳子张力最大，所以第二次绳子张力先增大，后减小，故B项错误.C项，由能量守恒关系可知，两次重力做功相同，小球最后的机械能相同，则第一个过程中拉力F_1做功等于第二个过程中拉力F_2做功，故C项错误.D项，第二个过程中，重力和水平恒力F_2的合力是个恒力，在等效最低点时，合力方向与速度方向垂直，此时功率最小为零，到达Q点速度也为零，则第二个过程中，重力和水平恒力F_2的合力的功率先减小，后增大，再减小为0，故D项错误.综上所述，本题正确答案为A.

98.【答案】 B

【解析】 A项，在$0\sim t_1$时间内，对货物受力分析，有$F-mg=ma$，其中F为起重机拉力，由图可知货物加速度逐渐变小，所以起重机拉力逐渐变小，故A项错误.B项，在$t_1\sim t_2$时间内，起重机拉力不变，速度也不变，根据公式$P=Fv$，可知起重机拉力的功率保持不变，故B项正确.C项，在$t_1\sim t_2$时间内，货物的动能保持不变，重力势能增加，所以货物的机械能增大，故C项错误.D项，在$t_2\sim t_3$时间内，起重机拉力方向与货物速度方向一致，做正功，故D项错误.综上所述，本题正确答案为B.

99.【答案】 AC

【解析】 A、B 项，小方块组成的系统中，只有摩擦力一个外力对其做功，根据动能定理，可得摩擦力做功为$\frac{1}{2}Mv^2$，故 A 项正确，B 项错误. C、D 项，设进入粗糙水平面的距离为 x，则摩擦力$f=\mu\frac{M}{l}xg$，所以 f 与 x 成正比例关系，则从小方块开始进入粗糙水平面到全部进入的这段过程，摩擦力的平均值为$\bar{f}=\frac{1}{2}\mu\frac{M}{l}lg=\frac{1}{2}\mu Mg$，所以摩擦力做功为$W_f=\frac{1}{2}\mu Mgl$，故 C 项正确，D 项错误. 综上所述，本题正确答案为 AC.

100.【答案】 AD

【解析】 A 项，在 $0\sim t_1$ 时间内，质点的速度增大，所以由动能定理可知外力做正功，故 A 项正确.

B 项，在 $0\sim t_1$ 时间内，$t=0$ 处速度为零；而 $t=t_1$ 处速度最大但加速度为零，于是由牛顿第二定律可知此时外力为零；最后由 $P=Fv$ 可知，这两处外力的功率都为零，所以外力的功率先逐渐增大后逐渐减小，故 B 项错误.

C 项，在 t_2 时刻，同理可知此时速度为零，所以由 $P=Fv$ 可知，此时外力的功率为零，故 C 项错误.

D 项，因为 t_1 与 t_3 时刻物体运动的速率相等，所以由动能定理可知 $t_1\sim t_3$ 时间内，外力做的总功为零，故 D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 AD.

101.【答案】 D

【解析】 A 项，加速过程中汽车做匀加速直线运动，因此加速度恒定，由牛顿第二定律可知：$F-f=ma$，加速过程中汽车的牵引力不变，故 A 项错误. B 项，设汽车的额定功率为 $P_{额}$，刚开始时，$0.5P_{额}=fv_1$，开始加速时，牵引力不变，速度变大，故汽车功率也会增大，所以汽车功率大于 50% 的额定功率，故 B 项错误. C 项，速度达到 v_2 时，有$\frac{P_{额}}{v_2}-f=ma>0$，可知 $F_{牵}=\frac{P_{额}}{v_2}>f$，故 C 项错误. D 项，$\frac{P_{额}}{v_2}-f=ma$ 得到 $P_{额}-fv_2=mav_2>0$，其中最后汽车匀速时 $P_{实}=fv_2$，故 $P_{实}<P_{额}$，故 D 项正确. 综上所述，本题正确答案为 D.

102.【答案】 (1) 方向为 $C\to D$　大小为$\frac{3B\omega r^2}{2R}$　(2) $\frac{9B^2\omega^2r^4}{4R}+\frac{3\mu mg\omega r}{2}$

【解析】 (1) 根据右手定则，可得导体棒 AB 上的电流方向为 $B\to A$，故电阻 R 上的电流方向为 $C\to D$.

设导体棒 AB 中点的速度为 v，则 $v=\frac{v_A+v_B}{2}$

而 $v_A=\omega r$，$v_B=2\omega r$

根据法拉第电磁感应定律，导体棒 AB 上产生的感应电动势 $E=Brv$

根据闭合电路欧姆定律可得 $I=\frac{E}{R}$，联立以上各式解得通过电阻 R 的感应电流的大小为 $I=\frac{3B\omega r^2}{2R}$.

(2) 根据能量守恒定律，外力的功率 P 等于安培力与摩擦力的功率之和，即 $P=BIrv+fv$，而 $f=\mu mg$

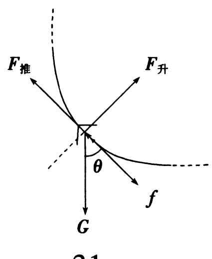
解得 $P=\frac{9B^2\omega^2r^4}{4R}+\frac{3\mu mg\omega r}{2}$.

103.【答案】 A

【解析】 由 $P-t$ 图象可知：$0\sim t_1$ 内汽车以恒定功率 P_1 行驶，$t_1\sim t_2$ 内汽车以恒定功率 P_2 行驶. 设汽车所受牵引力为 F，则由 $P=Fv$ 可得，当 v 增加时，F 减小，由 $a=\frac{F-f}{m}$可知 a 减小，又因速度不可能突变，所以选项 B、C、D 错误，选项 A 正确.

104.【答案】 AD

【解析】 飞机沿圆弧运动时的受力情况如图所示，



A 项，$F_{升}-G\sin\theta=ma$，$a=\frac{v^2}{r}$，得 $F_{升}=G\sin\theta+m\frac{v^2}{r}$，飞机沿圆弧运动时 v 不变，r 不变，θ 减小，所以 $F_{升}$ 减小，故 A 项正确.

B 项，由几何关系可得 $f+G\cos\theta=F_{推}$，飞机沿圆弧运动时受到的空气阻力 f 不变，θ 减小，所以 $F_{推}$ 增大，故 B 项错误.

C 项，飞机克服重力做功的功率为 $P_1=Gv_G=Gv\cos\theta$，θ 减小，所以 P_1 增大，故 C 项错误.

D 项，飞机发动机推力做功的功率 $P_2=F_{推}v$，$F_{推}$ 增大，所以 P_2 增大，故 D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 AD.

105.【答案】 (1)$\frac{\sqrt{2}v_0^2}{2\mu g}$ (2)$2v_0$ (3)$\frac{4\sqrt{5}\mu mgv_0}{5}$

【解析】 小工件由传送带甲传到乙上时，考虑其运动的相对性可知：

(1)摩擦力与侧向的夹角为 45°

侧向加速度大小：$a_x=\mu g\cos 45°$；在侧向上由匀变速直线运动规律可知 $-2a_xs=0-v_0^2$，解得小工件侧向滑动距离 $s=\frac{\sqrt{2}v_0^2}{2\mu g}$.

(2)设 $t=0$ 时刻摩擦力与侧向的夹角为 θ，侧向、纵向加速度的大小分别为 a_x、a_y，则 $\frac{a_y}{a_x}=\tan\theta$，很小的 Δt 时间内，侧向、纵向的速度增量 $\Delta v_x=a_x\Delta t$，$\Delta v_y=a_y\Delta t$

解得 $\frac{\Delta v_y}{\Delta v_x}=\tan\theta$

且由题意可知 $\tan\theta=\frac{v_y}{v_x}$，则 $\frac{v_y'}{v_x'}=\frac{v_y-\Delta v_y}{v_x-\Delta v_x}=\tan\theta$

所以摩擦力方向保持不变

则当 $v_x'=0$ 时，$v_y'=0$，即工件停止侧向滑动时的速度为 $v=2v_0$.

(3)工件在乙上滑动时侧向位移为 x，沿乙方向的纵向位移为 y，由题意可知：$a_x=\mu g\cos\theta$，$a_y=\mu g\sin\theta$

由匀变速运动规律可知

在侧向上：$-2a_xx=0-v_0^2$

在纵向上：$2a_yy=(2v_0)^2-0$

工件滑动时间：$t=\frac{2v_0}{a_y}$

乙前进的距离：$y_1=2v_0t$

工件相对乙的位移：$L=\sqrt{x^2+(y_1-y)^2}$，

则系统摩擦生热：$Q=\mu mgL$

电动机做功：$W=\frac{1}{2}m(2v_0)^2-\frac{1}{2}mv_0^2+Q$

由 $\overline{P}=\frac{W}{t}$，解得电动机的平均输出功率为：$\overline{P}=\frac{4\sqrt{5}\mu mgv_0}{5}$.

考点十一　万有引力定律及其应用

106.【答案】 B

【解析】 物体在地球的两极时，$mg_0=G\frac{Mm}{R^2}$，物体在赤道上时，$mg+m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2R=G\frac{Mm}{R^2}$，

则 $\rho=\frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}=\frac{3\pi g_0}{GT^2(g_0-g)}$. 故选项 B 正确，选项 A、C、D 错误.

107.【答案】 BC

【解析】 由题意可知,合并前两中子星绕连线上某点每秒转动 12 圈,则两中子星的周期相等,且均为 $T=\frac{1}{12}$ s,两中子星的角速度均为 $\omega=\frac{2\pi}{T}$,两中子星构成了双星模型,假设两中子星的质量分别为 m_1,m_2,轨道半径分别为 r_1、r_2,速率分别为 v_1、v_2,则有:$G\frac{m_1m_2}{L^2}=m_1\omega^2r_1$、$\frac{Gm_1m_2}{L^2}=m_2\omega^2r_2$,又 $r_1+r_2=L=400$ km,解得 $m_1+m_2=\frac{\omega^2L^3}{G}$,A 错误,B 正确;又由 $v_1=\omega r_1$、$v_2=\omega r_2$,则 $v_1+v_2=\omega(r_1+r_2)=\omega L$,C 正确;由题中的条件不能求解两中子星自转的角速度,D 错误.

108.【答案】 C

【解析】 毫秒脉冲星稳定自转时由万有引力提供其表面物体做圆周运动的向心力,根据 $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{4\pi^2R}{T^2}$,$M=\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3$,得 $\rho=\frac{3\pi}{GT^2}$,代入数据解得 $\rho\approx5\times10^{15}$ kg/m^3,C 正确.

109.【答案】 CD

【解析】 A 项,卫星的最小发射速度为 7.9 km/s,因此"天舟一号"的发射速度不会小于7.9 km/s,故 A 项错误.

B 项,"天舟一号"先发射到比"天宫二号"低的轨道上,运动到合适的位置,加速做离心运动到"天宫二号"的轨道上,实现与"天宫二号"的对接,故 B 项错误.

C 项,两者对接后,在轨运行的速度小于最大环绕速度 7.9 km/s,故 C 项正确.

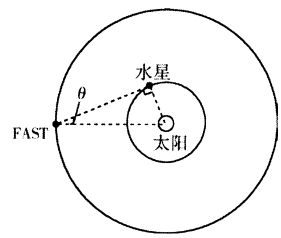
D 项,两者对接后,轨道半径比同步卫星的轨道半径小,由万有引力提供向心力公式 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ 得:

$T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$,故在轨运行的周期比同步卫星的周期小,故 D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 CD.

110.【答案】 C

【解析】 因为最大视角的正弦值为 k,如图所示



所以 $k=\sin\theta=\frac{r_{水}}{r_{地}}$,又因为 $\frac{GMm}{r^2}=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2r$,所以 $T=\sqrt{\frac{4\pi^2}{GM}r^3}$,$T_{水}=\sqrt{\frac{4\pi^2}{GM}r_{水}^3}=\sqrt{\frac{4\pi^2}{GM}k^3r_{地}^3}=\sqrt{k^3}\sqrt{\frac{4\pi^2}{GM}r_{地}^3}=\sqrt{k^3}T_{地}=\sqrt{k^3}$ 年,故 C 项正确.

综上所述,本题正确答案为 C.

111.【答案】 D

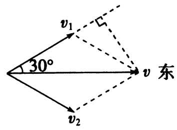
【解析】 "玉兔"在月球表面上有 $\frac{GMm}{R^2}=mg_{月}$,可推出 $GM=g_{月}R^2$,此时引力势能和动能均为零;在 h 高度的轨道上,有 $\frac{mv^2}{R+h}=\frac{GMm}{(R+h)^2}$,则此时的动能为 $E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}\cdot\frac{GMm}{R+h}$,引力势能为 $E_p=\frac{GMmh}{R(R+h)}$. 由能量守恒定律可得,从开始发射到对接完成需要对"玉兔"做的功 $W=E_k+E_p=\frac{GMm}{R+h}\left(\frac{1}{2}+\frac{h}{R}\right)=\frac{mg_{月}R}{R+h}\left(h+\frac{1}{2}R\right)$,故 D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 D.

本题的易错项为 B 项. 由公式$\frac{GM}{R^2}=g_月$ 可得黄金代换公式 $GM=g_月R^2$,“玉兔”与飞船对接时速度要与飞船相同,则有$\frac{GM}{(R+h)^2}=\frac{v^2}{R+h}$,所以“玉兔”与飞船对接时的动能为 $E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}\cdot\frac{GMm}{R+h}$,势能为 $E_p=\frac{GMmh}{R(R+h)}$,而从发射到对接完成需要对“玉兔”做的功应等于已述的动能和势能之和.

112.【答案】 B

【解析】 设当卫星在转移轨道上飞经赤道上空与同步轨道高度相同的某点时,速度为 v_1,发动机给卫星的附加速度为 v_2,该点在同步轨道上运行时的速度为 v. 三者关系如图所示,由图可知附加速度方向为东偏南,由余弦定理可知 $v_2^2=v_1^2+v^2-2v_1v\cos 30°$,代入数据解得 $v_2\approx1.9\times10^3$ m/s. 选项 B 正确.



113.【答案】 C

【解析】 平抛运动在水平方向上做匀速直线运动,即 $x=v_0t$,在竖直方向上做自由落体运动,即 $h=\frac{1}{2}gt^2$,所以 $x=v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$,两种情况下,抛出的速度相同,高度相同,所以$\frac{g_行}{g_地}=\frac{x_地^2}{x_行^2}=\frac{7}{4}$,根据公式 $G\frac{Mm}{R}=mg$ 可得 $g=\frac{GM}{R^2}$,故$\frac{g_行}{g_地}=\frac{GM_行}{R_行^2}\cdot\frac{R_地^2}{GM_地}=\frac{7}{4}$,解得 $R_行=2R$,故 C 正确.

114.【答案】 D

【解析】 空间站和月球绕地球运动的周期相同,由 $a=\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2r$ 可知,$a_2>a_1$;对地球同步卫星和月球,由万有引力定律和牛顿第二定律得 $G\frac{Mm}{r^2}=ma$,可知 $a_3>a_2$,故选项 D 正确.

115.【答案】 B

【解析】 旋转舱对宇航员的支持力提供宇航员做圆周运动的向心力,即 $mg=m\omega^2r$,解得 $\omega=\sqrt{\frac{g}{r}}$,即旋转舱的半径越大,角速度越小,而且与宇航员的质量无关,选项 B 正确.

116.【答案】 BC

【解析】 A 项,由于 a 与 c 都与地球同步运动,所以 a 与 c 具有相同的角速度,但 a 比 c 的半径小,所以根据 $a=R\omega^2$ 可知 a 比 c 的向心加速度小,而 b 与 c 相比,由于 c 的半径大,根据$\frac{GMm}{R^2}=ma$ 可知 c 的向心加速度比 b 小,b 是近地轨道卫星,加速度近似为 g,所以 a 的向心加速度小于 g,故 A 项错误.

B 项,卫星的向心力由万有引力提供,即 $G\frac{mM}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$,整理得 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$,所以卫星的轨道半径越小,线速度越大,易知 b 的线速度最大,在相同时间内转过的弧长最长,故 B 项正确.

C 项,c 是地球同步卫星,周期为 24 h,4 h 运动$\frac{1}{6}$周期,转过的圆心角为$\frac{\pi}{3}$,故 C 项正确.

D 项,由开普勒第三定律,卫星轨道半径越大其运动周期越大,故 d 的运动周期必定大于 24 h,故 D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 BC.

117.【答案】 C

【解析】 设星球密度为 ρ,半径为 R,所以星球质量为 $M=\rho V=\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3$. A 点的重力加速度为 P 点的 90%,说明在 A 点,引力的 10% 提供该点物体随星球自转所需向心力,所以 $m\frac{4\pi^2}{T^2}R=0.1\frac{GMm}{R^2}$,将星球质量代入可得 $\rho=\frac{30\pi}{GT^2}$,故 C 项正确.

综上所述,本题正确答案为 C.

118.【答案】 A

【解析】 A、B 两个恒星靠着相互之间的引力做匀速圆周运动，则其周期、角速度和向心力均相等. 有 $G\frac{M_AM_B}{L^2}=M_Ar_A\frac{4\pi^2}{T^2}$，$G\frac{M_AM_B}{L^2}=M_Br_B\frac{4\pi^2}{T^2}$，又 $r_A+r_B=L$，解得 $r_A=\frac{36}{65}L$，$T=\sqrt{\frac{4\pi^2L^3\times\frac{36}{65}}{GM_B}}$，$f=\frac{1}{T}=1.6\times10^2$ Hz，故 A 项正确.

综上所述，本题正确答案为 A.

本题的易错项为 B 项. 本题实际上是求行星做圆周运动的频率，关于双星问题要注意的是两行星之间的距离不是他们做圆周运动的轨道半径，两行星做圆周运动的轨道半径之和等于两行星的距离，还有两行星做圆周运动的角速度相等. 由公式$\frac{GM_AM_B}{L^2}=4M_A\pi^2f^2L_A=4M_B\pi^2f^2(L-L_A)$，由上式即可计算频率.

119.【答案】 AC

【解析】 A 项，由于图中两条曲线的左端点横坐标相同，所以两颗行星的半径相同，根据万有引力提供向心力可得 $\frac{GMm}{r^2}=ma$，结合图中曲线可知，P_1 的质量大于 P_2 的质量，又因 P_1 和 P_2 半径相同，所以 P_1 的平均密度比 P_2 的平均密度大，故 A 项正确.

B 项，由万有引力提供向心力可知$\frac{GMm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，得到第一宇宙速度 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，由 A 中分析可知 P_1 的质量大于 P_2 的质量，两颗行星的半径相同，所以 P_1 的第一宇宙速度比 P_2 的大，故 B 项错误.

C 项，根据万有引力提供向心力可得$\frac{GMm}{r^2}=ma$，即 $a=\frac{GM}{r^2}$，由 A 项分析可知 P_1 的质量大于 P_2 的质量，所以 s_1 的向心加速度比 s_2 的大，故 C 项正确.

D 项，根据万有引力提供向心力可得$\frac{GMm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$，即 $T=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{GM}}$，由 A 项分析可知 P_1 的质量大于 P_2 的质量，所以 s_1 的公转周期比 s_2 的小，故 D 项错误.

综上所述，本题正确答案为 AC.

120.【答案】 A

【解析】 A 项，赤道上某城市的人每三天恰好五次看到卫星掠过其正上方，则地球转 3 圈，卫星转了 8 圈，则卫星的周期 $T=\frac{3}{8}T_0$，故 A 项正确.

B 项，根据开普勒第三定律有$\frac{\left(\frac{r_1+r_2}{2}\right)^3}{(2t)^2}=\frac{r_1^3}{T^2}$，解得：$t=\frac{(r_1+r_2)T}{4r_1}\sqrt{\frac{r_1+r_2}{2r_1}}$，故 B 项错误.

C 项，A 到 B 过程中只有万有引力做功，机械能守恒，故 C 项错误.

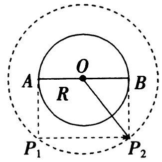
D 项，卫星在 A 点从圆轨道进入椭圆轨道，卫星做向心运动，需要外力对卫星做负功使卫星速度减小，所以卫星机械能减小，故 D 项错误.

综上所述，本题正确答案为 A.

本题的易错项为 B 项. 卫星从 A 到 B 的时间为 t，表示卫星做椭圆轨道运动时的周期为 $2t$，卫星做椭圆轨道运动时的半长轴 $r=\frac{r_1+r_2}{2}$，再由开普勒的周期定律可知：$\frac{r^3}{r_1^3}=\frac{(2t)^2}{T^2}$，联立即可解得 t 的值.

121.【答案】 ABC

【解析】 假设过地球赤道直径的两点 A 和 B;而 P_1、P_2 为卫星.



A 项,如图所示,为了实现将电磁波信号由地球赤道圆直径的 A 点传播到 B 点,至少需要两个卫星,故 A 项正确.

B 项,当 P_1P_2 与地球表面相切时,电磁波传播时间最短,由几何关系可知电磁波传播的路程 $s=4R$,所以最短时间为 $t_{\min}=\frac{4R}{c}=\frac{4\times 6\ 390\times 10^3}{3\times 10^8}\ \text{s}=8.52\times 10^{-2}\ \text{s}$,故 B 项正确.

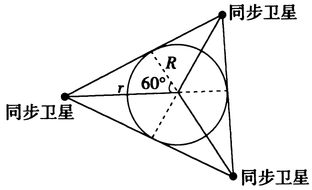
C 项,卫星做圆周运动的半径最小为 $r=\sqrt{2}R$,根据万有引力定律可得其向心加速度为 $a=\frac{GM}{r^2}=\frac{gR^2}{2R^2}=\frac{g}{2}=4.9\ \text{m/s}^2$,故 C 项正确.

D 项,根据万有引力定律可得 $\frac{GMm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$,则 $T=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{GM}}=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{gR^2}}$,代入数据得卫星的周期为 $T\approx 2.37\ \text{h}<24\ \text{h}$,故 D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 ABC.

122.【答案】 B

【解析】 设地球半径为 R,画出仅用三颗地球同步卫星使地球赤道上任意两点之间保持无线电通讯时同步卫星的最小轨道半径示意图,如图所示. 由图中几何关系可得,同步卫星的最小轨道半径 $r=2R$. 设地球自转周期的最小值为 T,则由开普勒第三定律可得,$\frac{(6.6R)^3}{(2R)^3}=\frac{(24\ \text{h})^2}{T^2}$,解得 $T\approx 4\ \text{h}$,选项 B 正确.



123.【答案】 (1) a. $\frac{R^2}{(R+h)^2}$ 0.98 b. $1-\frac{4\pi^2R^3}{GMT^2}$ (2) 与现实地球的 1 年时间相同

【解析】 (1) 设小物体质量为 m.

a. 在北极地面 $G\frac{Mm}{R^2}=F_0$

在北极上空高出地面 h 处 $G\frac{Mm}{(R+h)^2}=F_1$

可得 $\frac{F_1}{F_0}=\frac{R^2}{(R+h)^2}$

当 $h=1.0\%R$ 时,$\frac{F_1}{F_0}=\frac{1}{1.01^2}\approx 0.98$.

b. 在赤道地面,小物体随地球自转做匀速圆周运动,受到万有引力和弹簧秤的作用力,有

$G\frac{Mm}{R^2}-F_2=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$ 得 $\frac{F_2}{F_0}=1-\frac{4\pi^2R^3}{GMT^2}$.

(2)地球绕太阳做匀速圆周运动,受到太阳的万有引力.

设太阳质量为 M_S,地球质量为 M,地球公转周期为 T_E,有 $G\frac{M_SM}{r^2}=Mr\frac{4\pi^2}{T_E^2}$

得 $T_E=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{GM_S}}=\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}\left(\frac{r}{R_S}\right)^3}$

其中 ρ 为太阳的密度.

由上式可知,地球公转周期 T_E 仅与太阳的密度、地球公转轨道半径与太阳半径之比有关. 因此"设想地球"的 1 年与现实地球的 1 年时间相同.

124.【答案】 (1)由万有引力定律和向心力公式可得:$G\frac{Mm}{(R+h)^2}=m\frac{4\pi^2}{T_B^2}(R+h)$

$G\frac{Mm}{R^2}=mg$

得:$T_B=2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{gR^2}}$.

(2)由题意可得$(\omega_B-\omega_0)t=2\pi$

又 $\omega_B=\frac{2\pi}{T_B}=\sqrt{\frac{gR^2}{(R+h)^3}}$

解得:$t=\frac{2\pi}{\sqrt{\frac{gR^2}{(R+h)^3}}-\omega_0}$.

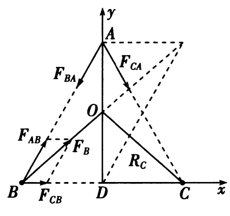
【解析】 (1)对地球表面的物体和卫星 B 分别列出万有引力提供向心力的方程,联立求解卫星 B 的运动周期.

(2)当卫星 A、B 再次相距最近时,B 卫星比 A 卫星多绕地球一圈,据此可列出角位移和角速度的方程;卫星 B 的角速度可由周期求得,卫星 A 的角速度等于地球自转角速度,代入角位移方程即可求得时间.

125.【答案】 (1)$2\sqrt{3}G\frac{m^2}{a^2}$ (2)$\sqrt{7}G\frac{m^2}{a^2}$ (3)$\frac{\sqrt{7}}{4}a$

(4)$\pi\sqrt{\frac{a^3}{Gm}}$

【解析】 (1)由万有引力定律,A 星体所受 B、C 星体引力大小为



$F_{BA}=G\frac{m_Am_B}{r^2}=G\frac{2m^2}{a^2}=F_{CA}$,方向如图所示,则合力大小为 $F_A=2\sqrt{3}G\frac{m^2}{a^2}$.

(2)同上,B 星体所受 A、C 星体引力大小分别为

$F_{AB}=G\frac{m_Am_B}{r^2}=G\frac{2m^2}{a^2}$,

$F_{CB}=G\frac{m_Cm_B}{r^2}=G\frac{m^2}{a^2}$,方向如图所示.

由 $F_{Bx}=F_{AB}\cos 60°+F_{CB}=2G\frac{m^2}{a^2}$,$F_{By}=F_{AB}\sin 60°=\sqrt{3}G\frac{m^2}{a^2}$,可得 $F_B=\sqrt{F_{Bx}^2+F_{By}^2}=\sqrt{7}G\frac{m^2}{a^2}$.

(3)通过分析可知,圆心 O 在中垂线 AD 的中点,则 $R_C=\sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}}{4}a\right)^2+\left(\frac{1}{2}a\right)^2}$,可得 $R_C=\frac{\sqrt{7}}{4}a$.

$\left(\text{或由对称性可知 } OB=OC=R_C,\cos\angle OBD=\frac{F_{Bx}}{F_B}=\frac{DB}{OB}=\frac{\frac{1}{2}a}{R_C},\text{得 } R_C=\frac{\sqrt{7}}{4}a\right)$

(4)三星体运动周期相同,对 C 星体,由 $F_C=F_B=\sqrt{7}G\frac{m^2}{a^2}=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2R_C$,可得 $T=\pi\sqrt{\frac{a^3}{Gm}}$.

考点十二　宇宙速度

126.【答案】 C

【解析】 太阳的第一宇宙速度为$\frac{c}{500}\div\sqrt{2}=\frac{c}{500\sqrt{2}}$,对太阳表面的物体由万有引力提供向心力可得$\frac{GMm}{R^2}=\frac{m\left(\frac{c}{500\sqrt{2}}\right)^2}{R}$;当太阳收缩为半径为$r$的黑洞时,因光也不能逃逸,则逃逸速度大于光速,则环绕速度$v_2>\frac{c}{\sqrt{2}}$,则同理可得$\frac{GMm}{r^2}=\frac{mv_2^2}{r}$,两式相比可得$\frac{R}{r}=\left(\frac{v_2}{\frac{c}{500\sqrt{2}}}\right)^2>2.5\times10^5$,故C项正确.

综上所述,本题正确答案为C.

考点十三　动能和动能定理

127.【答案】 A

【解析】 因为$a=\frac{\Delta v}{t}$,联系速度—时间图象可得:$a_A:a_B=2:1$. 根据牛顿第二定律$a=\frac{F}{m}$可得:$F_A:F_B=4:1$. 在$v-t$图象中,位移为图象和坐标轴围成的面积,所以$s_1:s_2=1:2$. 根据公式$W=Fs$可得:$W_A:W_B=2:1$. 故A项正确.

综上所述,本题正确答案为A.

128.【答案】 BD

【解析】 由$v-t$图象与时间轴围成的面积表示位移,可知A、B的距离即为货物在0~1.2 s内的位移:$L=L_1+L_2=\left[\frac{1}{2}\times0.2\times2+(2+4)\times(1.2-0.2)\times\frac{1}{2}\right]\text{m}=3.2\text{ m}$,故A项错误. $v-t$图象的斜率表示加速度,从而可知货物运动分为两个阶段;在0~0.2 s内,货物的加速度为$a_1=\frac{2}{0.2}\text{ m/s}^2=10\text{ m/s}^2$,货物由静止释放,摩擦力的方向沿传送带斜向下,$a_1=g\sin\theta+\mu g\cos\theta$;在0.2~1.2 s内,$a_2=\frac{2}{1.2-0.2}\text{ m/s}^2=2\text{ m/s}^2$,货物受到的摩擦力方向沿传送带斜向上,$a_2=g\sin\theta-\mu g\cos\theta$;联立解得$\sin\theta=0.6$,$\cos\theta=0.8$,$\mu=0.5$,故B项正确. 在0~0.2 s内,传送带对货物的摩擦力斜向下,对货物做正功;在0.2~1.2 s内,传送带对货物的摩擦力斜向上,对货物做负功;传送带对货物做功为$W=W_1-W_2=\mu mgL_1\cos\theta-\mu mgL_2\cos\theta$,其中$L_1=\frac{1}{2}\times0.2\times2\text{ m}=0.2\text{ m}$,$L_2=\frac{1}{2}\times(2+4)\times(1.2-0.2)\text{ m}=3\text{ m}$,代入数据可得:$W=-11.2\text{ J}$,故C项错误. 在货物运动的过程中,货物一直受到摩擦力的作用,在0~0.2 s内,货物与传送带间的相对位移为$x_1=\frac{1}{2}\times2\times0.2\text{ m}=0.2\text{ m}$;在0.2~1.2 s内,货物与传送带间的相对位移为$x_2=\frac{1}{2}\times2\times(1.2-0.2)\text{ m}=1\text{ m}$,则摩擦生热为$Q=\mu mg\cos\theta(x_1+x_2)$,代入数据可得:$Q=4.8\text{ J}$,故D项正确.

综上所述,本题正确答案为BD.

129.【答案】 AC

【解析】 A项,由几何知识可知,小球B从B运动到C过程中,滑块A的位移为$x_A=BP-PC=(\sqrt{0.6^2+0.8^2}-0.2)\text{m}=0.8\text{ m}$,所以根据功的定义可知,$F$做功为$W=Fx_A=55\times0.8\text{ J}=44\text{ J}$,故A项正确.

B项,小球B运动到C处时,已无沿绳的分速度,所以滑块A的速度为零,设小球B的速度为v,根据动能定理可得$W-m_2gR=\frac{1}{2}m_2v^2$,所以$v=\frac{2\sqrt{39}}{3}\text{ m/s}$,故B项错误.

C 项,由题意可知,当小球 B 只具有沿绳的速度时,与滑块 A 的速度大小相等,当绳与圆形轨道相切时,小球 B 只具有沿绳的速度,与小球 A 的大小相等,此时 BO 垂直于 BP,由几何知识可知,$\sin\angle OPB=\frac{BO}{OP}=\frac{3}{4}$,故 C 项正确.

D 项,由 A、B 项分析可知,把小球 B 从地面拉到 P 的正下方时,小球 A 与 B 组成的系统在力 F 的作用下机械能增加了 44 J,因为小球 A 的动能变化量为零,重力势能变化量也为零,即小球 A 的机械能不变,则小球 B 的机械能增加了 44 J,故 D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 AC.

130.【答案】 C

【解析】 其速度方向恰好改变了 90°,可以判断恒力方向应为右下方,与初速度的方向夹角要大于 90°小于 180°才能出现末速度与初速度垂直的情况,因此恒力先做负功,当达到速度与恒力方向垂直后,恒力做正功,动能先减小后增大,故 C 项正确.

综上所述,本题正确答案为 C.

131.【答案】 C

【解析】 运动员做匀速圆周运动,所受合外力指向圆心,A 项错误;由动能定理可知,合外力做功一定为零,C 项正确;运动员所受滑动摩擦力大小随运动员对滑道压力大小的变化而变化,B 项错误;运动员动能不变,重力势能减少,所以机械能减少,D 项错误.

132.【答案】 (1)87 s　8.7×10^2 m/s　(2)0.008 kg/m

【解析】 (1)设该运动员从开始自由下落至 1.5 km 高度处的时间为 t,下落距离为 s,在 1.5 km 高度处的速度大小为 v. 根据运动学公式有

$v=gt$　①

$s=\frac{1}{2}gt^2$　②

根据题意有

$s=3.9\times10^4\ \text{m}-1.5\times10^3\ \text{m}=3.75\times10^4\ \text{m}$　③

联立①②③式可得

$t=87\ \text{s}$　④

$v=8.7\times10^2\ \text{m/s}$.　⑤

(2)该运动员达到最大速度 v_{max} 时,加速度为零,根据平衡条件有 $mg=kv_{max}^2$　⑥

由所给的 $v-t$ 图象可读出

$v_{max}\approx360\ \text{m/s}$　⑦

由⑥⑦式可得 $k=0.008$ kg/m.　⑧

133.【答案】 见解析

【解析】 (1)设烟花弹上升的初速度为 v_0,由题给条件有

$E=\frac{1}{2}mv_0^2$　①

设烟花弹从地面开始上升到火药爆炸所用的时间为 t,由运动学公式有

$0-v_0=-gt$　②

联立①②式得

$$t=\frac{1}{g}\sqrt{\frac{2E}{m}}.\qquad ③$$

(2)设爆炸时烟花弹距地面的高度为 h_1,由机械能守恒定律有

$$E=mgh_1\qquad ④$$

火药爆炸后,烟花弹上、下两部分均沿竖直方向运动,设炸后瞬间其速度分别为 v_1 和 v_2. 由题给条件和动量守恒定律有

$$\frac{1}{4}mv_1^2+\frac{1}{4}mv_2^2=E\qquad ⑤$$

$$\frac{1}{2}mv_1+\frac{1}{2}mv_2=0\qquad ⑥$$

由⑥式知,烟花弹两部分的速度方向相反,向上运动部分做竖直上抛运动. 设爆炸后烟花弹向上运动部分继续上升的高度为 h_2,由机械能守恒定律有

$$\frac{1}{4}mv_1^2=\frac{1}{2}mgh_2\qquad ⑦$$

联立④⑤⑥⑦式得,烟花弹向上运动部分距地面的最大高度为

$$h=h_1+h_2=\frac{2E}{mg}.\qquad ⑧$$

134.【答案】 (1)$\frac{1}{4}mv_1^2$　(2)$\frac{2Bd(L-d\cot\theta)}{R}$

(3)$\frac{1}{L}\sqrt{\frac{mg(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)R}{(\cos\alpha-\mu\sin\alpha)v_2}}$　$\frac{\mu L\tan\theta}{(1+\mu^2)\sin\alpha\cos\alpha+\mu}$

【解析】 (1)设 ab 棒的初动能为 E_k,ef 棒和电阻 R 在此过程产生的热量分别为 W 和 W_1,有

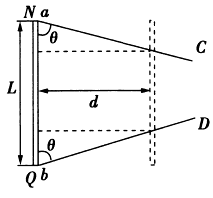
$$W+W_1=E_k\qquad ①$$

且 $W=W_1$　②

由题有 $E_k=\frac{1}{2}mv_1^2$　③

得 $W=\frac{1}{4}mv_1^2$.　④

(2)设在题设过程中,ab 棒滑行时间为 Δt,扫过的导轨间的面积为 ΔS,通过 ΔS 的磁通量为 $\Delta\Phi$,ab 棒产生的电动势为 E,ab 棒中的电流为 I,通过 ab 棒某横截面的电量为 q,则



$$E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\qquad ⑤$$

且 $\Delta\Phi=B\Delta S$　⑥

$$I=\frac{q}{\Delta t}\qquad ⑦$$

又有 $I=\frac{2E}{R}$　⑧

由图所示 $\Delta S=d(L-d\cot\theta)$　⑨

联立⑤~⑨,解得 $q=\frac{2Bd(L-d\cot\theta)}{R}$.　⑩

(3)ab 棒滑行距离为 x 时,ab 棒在导轨间的棒长 L_x 为

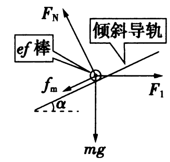
$$L_x=L-2x\cot\theta\qquad ⑪$$

此时,ab 棒产生的电动势 $E_x=Bv_2L_x$　⑫

流过 ef 棒的电流 $I_x = \dfrac{E_x}{R}$ ⑬

ef 棒所受安培力 $F_x = BI_xL$ ⑭

联立⑪～⑭，解得 $F_x = \dfrac{B^2 v_2 L}{R}(L - 2x\cot\theta)$ ⑮

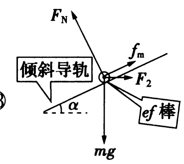


由⑮式可得，F_x 在 $x=0$ 和 B 为最大值 B_m 时有最大值 F_1.

由题可知，ab 棒所受安培力方向必水平向左，ef 棒所受安培力方向必水平向右，使 F_1 为最大值的受力分析如图所示，图中 f_m 为最大静摩擦力，有

$F_1\cos\alpha = mg\sin\alpha + \mu(mg\cos\alpha + F_1\sin\alpha)$ ⑯

联立⑮⑯，得 $B_m = \dfrac{1}{L}\sqrt{\dfrac{mg(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)R}{(\cos\alpha - \mu\sin\alpha)v_2}}$ ⑰



⑰式就是题目所求最强磁场的磁感应强度大小，该磁场方向可竖直向上，也可竖直向下.

由⑮式可知，B 为 B_m 时，F_x 随 x 增大而减小，x 为最大 x_m 时，F_x 为最小值 F_2，如图可知

$F_2\cos\alpha + \mu(mg\cos\alpha + F_2\sin\alpha) = mg\sin\alpha$ ⑱

联立⑮⑰⑱，得

$x_m = \dfrac{\mu L\tan\theta}{(1+\mu^2)\sin\alpha\cos\alpha + \mu}$. ⑲

135.【答案】 （1）由牛顿第二定律有：$(mg - qE)\sin\alpha = ma$，$a = \dfrac{(mg-qE)\sin\alpha}{m}$

（2）小球恰能通过 B 点，由圆周运动规律可得：$mg - qE = m\dfrac{v^2}{R}$；又由动能定理，在 A 到 B 的过程中：$(mg-qE)(h-2R) = \dfrac{1}{2}mv^2 - 0$，联立上述两式可得 $h = \dfrac{5}{2}R$.

【解析】 （1）小球沿斜面方向的分力由重力和电场力提供，应用牛顿第二定律可求解.

（2）小球恰可以到 B 点的条件是重力和电场力的合力恰能提供向心力，应用向心力表达式结合动能定理即可得出答案.

136.【答案】 （1）传送带给 P 的摩擦力 $f = \mu m_1 g = 1$ N，

小于 Q 的重力 $m_2 g = 3$ N，P 将向左运动.

根据牛顿第二定律，对 P：$T - \mu m_1 g = m_1 a$

对 Q：$m_2 g - T = m_2 a$

解得：$a = \dfrac{m_2 g - \mu m_1 g}{m_1 + m_2} = 4\ \text{m/s}^2$.

（2）从开始到末端：$v^2 = 2a\dfrac{L}{2}$

$t = \dfrac{L/2}{\bar{v}}$

$\bar{v} = \dfrac{0+v}{2}$

传送带的位移 $s = v_1 t$

$Q = \mu m_1 g\left(\dfrac{L}{2} + s\right) = 4$ J.

（3）（方法一）电机多消耗的电能为克服摩擦力所做的功

$\Delta E_{电} = W_{克} = \mu m_1 g s$

$\Delta E_{电} = 2$ J.

(方法二) $\Delta E_{电} + m_2 g \dfrac{L}{2} = \dfrac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 + Q$

$\Delta E_{电} = 2$ J.

【解析】 (1)比较可得摩擦力小于 Q 的重力,故 P 向左运动;设绳上的拉力为 T,又 P、Q 的加速度大小同为 a,根据牛顿第二定律列出方程,联立可求得 a.

(2) P 做匀加速直线运动,加速度由(1)求得,由此可求得从静止到运动到左端点的时间 t;在 t 时间内传送带运动的距离为 $v_1 t$,因此相对运动距离为 $v_1 t + \dfrac{L}{2}$. 摩擦力始终为 $\mu m_1 g$,由此可求得摩擦产生的热量即摩擦力所做功为 4 J.

(3)(方法一)由于电机多消耗的电能用于克服摩擦力做功,做功的距离为 $v_1 t$,因此 $\Delta E_{电} = \mu m_1 g v_1 t = 2$ J.

(方法二)根据能量守恒定律,电机多消耗的电能和 Q 减少的重力势能,转化为 P、Q 两物体的动能和摩擦产生的热能,列出能量守恒方程即可求得 $\Delta E_{电}$.

137.【答案】 (1)设小物体沿斜轨向上时加速度大小为 a.

由牛顿第二定律和匀变速运动规律分别可以得到

$mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta = ma$

$L = \dfrac{1}{2}at_{DE}^2$

代入相关数据解得 $t_{DE} = 1$ s.

(2)设小球在 B 点的速度为 v_B,受到圆环的压力为 F,小物体在 C 点的速度为 v_C

对 DE 过程,由匀变速运动规律可得 $v_D = at_{DE}$

对 CD 过程,有 $v_D = v_C$

对 BC 过程,由动能定理可得 $mg \cdot 2R = \dfrac{1}{2}mv_C^2 - \dfrac{1}{2}mv_B^2$

在 B 点,由牛顿第二定律可得 $F + mg = \dfrac{mv_B^2}{R}$

代入相关数据解得 $v_B = 4$ m/s, $F = \dfrac{1}{3}$ N.

(3)小物体从 A 到 B 的过程,可以看做是从 B 到 A 的平抛运动. 设小物体抛出点 A 距 C 的距离为 s,从 B 到 A 的时间为 t.

对 AB 段,由平抛运动规律有

$2R = \dfrac{1}{2}gt^2$

$s = v_B t$

在 A 点

$v_x = v_B$

$v_y = gt$

$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

$\tan\varphi = \dfrac{v_y}{v_x}$

代入数据解得

A 点距 C 点的距离 $s = 1.6\sqrt{3}$ m ≈ 2.8 m

抛出的初速度大小 $v = 8$ m/s

方向是斜向上与水平面夹角 $\varphi = 60°$.

【解析】 (1)由牛顿第二定律结合匀加速直线运动公式即可求解.

(2)对 DE、CE、BC 过程分别分析,由动能定理和在 B 点运用牛顿第二定律即可求解.

(3)运用逆向思维,将 A 到 B 的过程看做 B 到 A 的平抛运动过程,利用平抛运动的运动分解即可求解.

138.【答案】 (1)小球在竖直方向做自由落体运动,运动时间为:

$t=\sqrt{\frac{2H}{g}}=0.8\ \text{s}$

小球在水平方向做匀减速运动,加速度:

$a=\frac{F}{m}=5\ \text{m/s}^2$

水平位移:$s=v_0t-\frac{1}{2}at^2=4.8\ \text{m}$.

(2)由动能定理:$E_{kt}-E_{k0}=mgH-Fs$

代入数据得:$E_{kt}=120\ \text{J}$.

(3)小球离开杆后经过时间 t 的水平位移:$s=v_0t-\frac{1}{2}at^2$

由动能定理:$E_k-\frac{1}{2}mv_0^2=mg\cdot\frac{1}{2}gt^2-Fs$

以 $E_k=78\ \text{J}$ 和 $v_0=8\ \text{m/s}$ 代入得:

$125t^2-80t+12=0$

解得:$t_1=0.4\ \text{s}$,$t_2=0.24\ \text{s}$.

【解析】 (1)小球在竖直方向做自由落体运动,可以列式求出运动时间,小球在水平方向做匀减速运动,根据牛顿第二定律列式求得加速度,根据匀加速直线运动公式,代入数据求出水平距离.

(2)由动能定理列式即可.

(3)列出风力调节的距离,列出动能表达式,代入数据即可.

139.【答案】 (1)在 D 点附近,工人每隔 t 时间接收一个工件,则 $v=\frac{L}{t}$.

(2)在 BC 段工件做匀速圆周运动,静摩擦力提供向心力,则 $f=m\frac{v^2}{R}$

代入解得 $f=\frac{mL^2}{Rt^2}$.

(3)设工件与传送带间的动摩擦因数为 μ,工件相对滑动的时间为 t_0,加速度为 a,则

$\mu mg=ma$,$v=at_0$

加速过程中工件相对传送带运动的距离 $\Delta s=vt_0-\frac{1}{2}at_0^2$

产生的热量 $Q=\mu mg\cdot\Delta s$

解得 $Q=\frac{mL^2}{2t^2}$.

【解析】 (1)在 D 端附近,工件做匀速运动,根据速度公式得出答案;

(2)在 BC 段工件做匀速圆周运动,静摩擦力提供向心力,列出等式即可;

(3)摩擦产生的热量等于摩擦力所做的功.

考点十四 重力做功与重力势能 弹性势能

140.【答案】 BD

【解析】 开始时托住 B,让 A 处于静止且细线恰好伸直,说明此时细线的拉力为零. 由静止释放 B 后,随着 B 向下移动,A 向右移动,弹簧被拉伸,由力的作用效果可以传递可知此时细线上的力不为零,因此细线上的拉

力会发生变化，故 A 项错误. B 机械能的减小量转化为弹簧的弹性势能和 A 的动能，A 的动能大于零，因此 B 物体机械能的减少量大于弹簧弹性势能的增加量，故 B 项正确. 把 A、B 看做一个整体，则 A、B 动能的增量等于 B 物体重力对 B 做的功与弹簧弹力对 A 做的功的和，故 C 项错误. 把 A 物体和弹簧看做一个系统，则只有细线对该系统做功使得该系统的机械能增加，因此 A 物体与弹簧所组成的系统机械能的增加量等于细线拉力对 A 做的功，故 D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 BD.

141.【答案】 B

【解析】 A、B 组成的系统只有重力做功，系统机械能守恒. 设当物体 A 的动能与其势能相等时，物体 A 距地面高度是 h，此时 A 的速度为 v，则 $m_Agh=\frac{1}{2}m_Av^2$，得 $v^2=2gh$. 分析系统运动过程的机械能守恒，$\Delta E_p=\Delta E_k=m_Ag(H-h)=2m_Bg(H-h)=\frac{1}{2}(m_A+m_B)v^2=3m_Bgh$，解得 $h=\frac{2}{5}H$，故 B 项正确.

综上所述，本题正确答案为 B.

142.【答案】 B

【解析】 圆环沿杆下滑的过程中，圆环与弹簧组成的系统动能、弹性势能、重力势能之和守恒，选项 A、D 错误；弹簧长度为 $2L$ 时，圆环下落的高度 $h=\sqrt{3}L$，根据机械能守恒定律，弹簧的弹性势能增加了 $\Delta E_p=mgh=\sqrt{3}mgL$，选项 B 正确；圆环释放后，圆环向下先做加速运动，后做减速运动，当速度最大时，合力为零，下滑到最大距离时，具有向上的加速度，合力不为零，选项 C 错误.

143.【答案】 BCD

【解析】 小球在从 M 点运动到 N 点的过程中，弹簧的压缩量先增大，后减小，到某一位置时，弹簧处于原长，再继续向下运动到 N 点的过程中，弹簧又伸长. 弹簧的弹力方向与小球速度的方向的夹角先大于 90°，再小于 90°，最后又大于 90°，因此弹力先做负功，再做正功，最后又做负功，A 项错误；弹簧与杆垂直时，小球的加速度等于重力加速度，当弹簧的弹力为零时，小球的加速度也等于重力加速度，B 项正确；弹簧长度最短时，弹力与小球的速度方向垂直，这时弹力对小球做功的功率为零，C 项正确；由于在 M、N 两点处，弹簧的弹力大小相等，即弹簧的形变量相等，根据动能定理可知，小球从 M 点到 N 点的过程中，弹簧的弹力做功为零，重力做功等于动能的增量，即小球到达 N 点时的动能等于其在 M、N 两点的重力势能差，D 项正确.

144.【答案】 (1) $\frac{(s_1+s_2)f}{2}$　$\frac{(s_2+s_3)f}{2}$　$\frac{(s_3-s_1)f^2}{2}$　(2) 40

【解析】 (1) 利用做匀变速直线运动的质点在一段时间内的平均速度等于中间时刻的瞬时速度，可得打点计时器打出 B 点时重物下落的速度 $v_B=\frac{s_1+s_2}{2T}=\frac{(s_1+s_2)f}{2}$；打出 C 点时重物下落的速度 $v_C=\frac{s_2+s_3}{2T}=\frac{(s_2+s_3)f}{2}$. 根据加速度的定义，重物下落的加速度大小为 $a=\frac{v_C-v_B}{T}=(v_C-v_B)f=\frac{(s_3-s_1)f^2}{2}$.

(2) 根据题述，重物下落受到的阻力为 $0.01mg$，由牛顿第二定律可得，$mg-0.01mg=ma$，解得 $a=0.99g$. 由 $\frac{(s_3-s_1)f^2}{2}=0.99g$，解得 $f=40$ Hz.

考点十五　功能转化与能量守恒　机械能守恒定律

145.【答案】 C

【解析】 设小球运动到 c 点的速度大小为 v_c，则对小球由 a 到 c 的过程，由动能定理有 $F\cdot 3R-mgR=\frac{1}{2}mv_c^2$，又 $F=mg$，解得 $v_c=2\sqrt{gR}$，小球离开 c 点后，在水平方向做初速度为零的匀加速直线运动，竖直方向在重力作用下做匀减速直线运动，由牛顿第二定律可知，小球离开 c 点后水平方向和竖直方向的加速度大小均为 g，则由竖直方向的运

动可知,小球从离开 c 点到其轨迹最高点所需的时间为 $t=\frac{v_c}{g}=2\sqrt{\frac{R}{g}}$,在水平方向的位移大小为 $x=\frac{1}{2}gt^2=2R$.
由以上分析可知,小球从 a 点开始运动到其轨迹最高点的过程中,水平方向的位移大小为 $5R$,则小球机械能的增加量为 $\Delta E=F\cdot 5R=5mgR$,C 正确,ABD 错误.

146.【答案】 C

【解析】 设大环半径为 R,质量为 m 的小环滑下过程中遵守机械能守恒定律,所以$\frac{1}{2}mv^2=mg\cdot 2R$. 小环滑到大环的最低点时的速度为 $v=2\sqrt{gR}$,根据牛顿第二定律得 $F_N-mg=\frac{mv^2}{R}$,所以在最低点时大环对小环的支持力 $F_N=mg+\frac{mv^2}{R}=5mg$. 根据牛顿第三定律可知,小环对大环的压力 $F'_N=F_N=5mg$,方向向下. 对大环,据平衡条件,轻杆对大环的拉力 $T=Mg+F'_N=Mg+5mg$. 根据牛顿第三定律,大环对轻杆拉力的大小为 $T'=T=Mg+5mg$,故选项 C 正确,选项 A、B、D 错误.

147.【答案】 BC

【解析】 A、B 项,在 B 球顺时针摆动到最低位置的过程中,球 A、球 B 的动能都增加,球 A 的重力势能增加,球 B 的重力势能减小,球 A、球 B 与地球组成的系统机械能守恒,但球 A 或者球 B 与地球的系统机械能不守恒,故 A 项错误,B 项正确.

C、D 项,由于两小球由轻质杆连接且不计一切摩擦阻力,则球 A、球 B 与地球组成的系统机械能守恒,故 C 项正确,D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 BC.

148.【答案】 C

【解析】 全过程摩擦力方向沿传送带向上,与物体运动方向相同,始终对物体做正功,根据动能定理,第一阶段物体所受合外力做功等于动能改变量,第一阶段除摩擦力做功外重力对物体做负功,所以第一阶段摩擦力对物体做功大于第一阶段物体动能增量,根据功能关系,除重力和弹簧弹力以外的力的合力做功等于物体机械能改变量,这里的非保守力即摩擦力,所以第一阶段摩擦力做功等于物体机械能增量,注意到第一阶段物体做匀加速运动,平均速度是传送带位移的一半,相对地面位移是传送带位移的一半,摩擦生热数值上等于摩擦力对物体做的功,所以第一阶段物体和传送带间的摩擦生热等于第一阶段物体机械能的增量,故 A、B 项错误,C 项正确. 第二阶段物体和传送带共速,物体与传送带无相对位移,不再产生摩擦生热,传送带对物体的摩擦力完全转化为重力势能,所以整个过程机械能增量大于物体与传送带的摩擦生热,故 D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 C.

149.【答案】 BD

【解析】 在运动的过程中,弹簧的长度会发生变化,故物体 M 和 m 组成的系统机械能不守恒,而是物体 M、m 和弹簧三个物体组成的系统机械能守恒,故 A 项错误. 起初时,弹簧的弹力小于物体 M 的重力沿斜面向下的分力,物体 M 做加速运动;当弹簧的弹力等于重力沿斜面方向的分力时,即 $Mg\sin 30°=mg$,物体 M 的速度达到最大;当弹簧的弹力大于物体 M 的重力沿斜面向下的分力时,物体 M 将做减速运动. 当物体 M 的速度达到最大时,可知弹簧对轻绳的拉力也为 mg,故轻绳对物体 m 的拉力为 mg,再对物体 m 进行受力分析,可知,在竖直方向上,物体 m 受向上的拉力与向下的重力等大反向,所以此时物体 m 与地面间的作用力为零,故 B 项正确. 若物体 M 恰好能到达挡板处,此时物体 M 的速度为零,即物体 M 从开始运动到到达挡板处,速度先增大后减小,由 B 项分析可知,速度最大时有 $F_{弹}=mg$,在速度减小过程中有 $F_{弹}>mg$,此时物体 m 的合力向上,向上做加速运动,因此当物体 M 恰好能到达挡板处,物体 m 的速度不为零,故 C 项错误. 由于物体 M 恰好能到达挡板处,故此时物体 M 的速度为零,开始运动前物体 M 的速度也为零,此过程中重力做的功转化为弹簧弹性势能的增加量以及物体 m 的机械能的增加量,故 D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 BD.

150.【答案】 AC

【解析】 A项,由题意可知,释放时小环向下加速运动,则重物将加速上升,对重物由牛顿第二定律可知绳中张力一定大于重力 $2mg$,故A项正确.

B项,小环到达 B 处时,重物上升的高度应为绳子收缩的长度,即 $\Delta h=(\sqrt{2}-1)d$,故B项错误.

C、D项,根据题意,沿绳子方向的速度大小相等,将小环的速度沿绳子方向与垂直于绳子方向正交分解应满足:

$v\cos\theta=v_{物}$,即 $\dfrac{v}{v_{物}}=\sqrt{2}$,故C项正确,D项错误.

综上所述,本题正确答案为AC.

151.【答案】 AC

【解析】 A项,A 球到达水平面时,B 球还在斜面上,A、B 运动过程中由系统机械能守恒可得:$3mgL-mgL\sin 30^\circ=\dfrac{1}{2}(3m+m)v^2$,解得 $v=\dfrac{\sqrt{5gL}}{2}$,故A项正确.

B项,B 球刚滑至水平面时,设速度为 v_1,根据动能定理有 $mgL\sin 30^\circ=\dfrac{1}{2}mv_1^2-\dfrac{1}{2}mv^2$,解得 $v_1=\dfrac{3}{2}\ \sqrt{gL}$,故B项错误.

C项,在 A 球下滑到斜面中点前,轻绳对 B 球做正功;在 A 球下滑到斜面中点后,绳子不产生张力,轻绳对 B 球不做功,故C项正确.

D项,小球 A 在水平面上运动而小球 B 还在斜面上运动时,小球 B 具有沿斜面向下的加速度,而 A 没有向左的加速度,B 的速度将大于 A 的速度,小球 A、B 在水平面将会相撞,故D项错误.

综上所述,本题正确答案为AC.

152.【答案】 (1)$\dfrac{k_1^2}{k_2}g$ $\sqrt{v^2+\dfrac{2k_1^2gh_2}{k_2}}$ (2)$\dfrac{1}{2}mv^2-\dfrac{k_1^2}{k_2}mg(h_1-h_2)$

【解析】 (1)设地球的质量和半径分别为 M 和 R,月球的质量、半径和表面附近的重力加速度分别为 M'、R' 和 g',探测器刚接触月面时的速度大小为 v_t.

由 $mg'=G\dfrac{M'm}{R'^2}$ 和 $mg=G\dfrac{Mm}{R^2}$,得 $g'=\dfrac{k_1^2}{k_2}g$.

由 $v_t^2-v^2=2g'h_2$,可得 $v_t=\sqrt{v^2+\dfrac{2k_1^2gh_2}{k_2}}$.

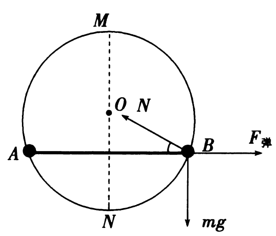
(2)设机械能变化量为 ΔE,动能变化量为 ΔE_k,重力势能变化量为 ΔE_p.

由 $\Delta E=\Delta E_k+\Delta E_p$,有

$$\Delta E=\frac{1}{2}m\left(v^2+\frac{2k_1^2gh_2}{k_2}\right)-m\frac{k_1^2}{k_2}gh_1,$$

得 $\Delta E=\dfrac{1}{2}mv^2-\dfrac{k_1^2}{k_2}mg(h_1-h_2)$.

153.【答案】 (1)对 B 球受力分析,如图所示:



水平方向上有 $N\cos 30° = F_{弹}$

竖直方向上有 $N\sin 30° = mg$

得 $F_{弹} = \dfrac{mg}{\tan 30°} = \sqrt{3}mg$.

(2)由系统机械能守恒定律可得:

$3mg \cdot \dfrac{1}{2}R - mgR = \dfrac{1}{2} \cdot 3mv_B^2 + \dfrac{1}{2}mv_A^2$

$v_A = v_B$

对 B 运用动能定理:$3mg \cdot \dfrac{1}{2}R + W = \dfrac{1}{2} \cdot 3mv_B^2$

联立以上各式可得:$W = -\dfrac{9}{8}mgR$.

【解析】 (1)对 B 球受力分析,根据力的合成与分解可得到杆对 B 球的弹力大小.

(2)B 球由初始位置到达 N 点的过程中,由几何关系可知 A 球上升高度为 R,B 球下降高度为 $0.5R$,A 球与 B 球组成的系统机械能守恒,当 B 球到达 N 点时,A、B 两球的速度大小相同,可求出此时 B 球的速度大小,再根据动能定理可求得在此过程中杆对 B 球所做的功.

154.【答案】 (1)车厢经过轨道最低点 C 时,支持力与重力的合力提供向心力,而且车厢对轨道的压力与轨道对车厢的支持力为一对相互作用力,大小相等,

有 $N_C - mg = \dfrac{mv_C^2}{R_1}$

得 $v_C = 10\sqrt{11}$ m/s;

(2)从 A 到 C,根据能量守恒

有 $\dfrac{1}{2}mv_C^2 = mg(l\sin 60° + 0.5R_1) - 0.1mg(l + \dfrac{\pi}{3}R_1)$

得 $l = 45.7$ m;

(3)从 C 到 Q,根据动能定理,有 $-0.1mg(\dfrac{\pi}{3}R_1 + \dfrac{4\pi}{3}R_2 + \dfrac{2\pi}{3}R_1 + \dfrac{\pi}{3}R_3) - mg(0.5R_1 + 0.5R_3) = \dfrac{1}{2}mv_Q^2 - \dfrac{1}{2}mv_C^2$

此时 $v_Q > 0$,$R_3 < 18.33$ m

在 Q 点对轨道有向下的压力

则 $\dfrac{mv_Q^2}{R_3} < mg$

结合动能定理式子可解得此时 $R_3 > 10$ m

综上所述,求得 $10\text{ m} < R_3 < 18.33$ m.

【解析】 问题求解:

(1)在 C 点,根据牛顿第三定律结合向心力公式可求得车厢经过轨道最低点 C 时的速度.

(2)从 A 到 C,根据能量守恒,重力势能转化为动能和内能,结合几何关系即可求出直线轨道 AB 的长.

(3)从 C 到 Q,根据动能定理结合在 Q 点对轨道有向下的压力,可求出 R_3 的取值范围.

155.【答案】 (1)解除对 A 的锁定后,A 加速上升,B 和 C 加速下降,加速度 a 大小相等,设轻绳对 A 和 B 的拉力大小为 T,由牛顿第二定律可得

对 A:$T - \dfrac{3}{2}mg = \dfrac{3}{2}ma$ ①

对 B、C:$(m+m)g - T = (m+m)a$ ②

由①②式可得

$a=\frac{1}{7}g.$ ③

(2)当物块 C 刚着地时,A 的速度最大. 从 A 刚开始上升到 C 刚着地的过程,由机械能守恒定律可得

$2mgL-\frac{3}{2}mgL=\frac{1}{2}(2m)v_m^2+\frac{1}{2}\left(\frac{3}{2}m\right)v_m^2$ ④

由④式可得

$v_m=\sqrt{\frac{2}{7}gL}.$ ⑤

(3)设 C 落地后 A 继续上升 h 时速度为零,此时 B 未触地,A 和 B 组成的系统满足

$mgh-\frac{3}{2}mgh=0-\frac{1}{2}\left(m+\frac{3}{2}m\right)v_m^2$ ⑥

由⑤⑥式可得

$h=\frac{5}{7}L$

由于 $h=\frac{5}{7}L<L$,B 不会触地,所以 A 离地的最大高度

$H=L+h=\frac{12}{7}L.$

【解析】 (1)对 A 物体以及 B、C 受力分析,运用牛顿第二定律联立方程组,即可求得 A 上升的加速度大小.

(2)当 C 物块落地之后,A 物块受到的合力向下,A 物块开始减速,所以 C 物块刚落地的时刻 A 物块速度最大,整个过程机械能守恒,列出机械能守恒公式可求出 A 的最大速度.

(3)假设 A 上升过程中 B 不触地,根据机械能守恒算出 A 物体上升的最大高度,然后验证上升的高度是否满足 B 不触地的条件. 若 B 触地了,则 A 上升的最大高度为 $2L$.

156.【答案】 (1)$2\sqrt{gR}$ (2)$\frac{12}{5}mgR$ (3)$\frac{3}{5}\sqrt{5gR}$ $\frac{1}{3}m$

【解析】 (1)根据题意可知,B、C 之间的距离为 $l=7R-2R$ ①

设 P 到达 B 点时的速度为 v_B,由动能定理可得

$mgl\sin\theta-\mu mgl\cos\theta=\frac{1}{2}mv_B^2$ ②

式中 $\theta=37°$.

联立①②式并由题给条件可得 $v_B=2\sqrt{gR}.$ ③

(2)设 $BE=x$. P 到达 E 点时速度为零,设此时弹簧的弹性势能为 E_p. P 由 B 点运动到 E 点的过程中,由动能定理有

$mgx\sin\theta-\mu mgx\cos\theta-E_p=0-\frac{1}{2}mv_B^2$ ④

E、F 之间的距离为 $l_1=4R-2R+x$ ⑤

P 到达 E 点后反弹,从 E 点运动到 F 点的过程中,由动能定理有

$E_p-mgl_1\sin\theta-\mu mgl_1\cos\theta=0$ ⑥

联立③④⑤⑥式并由题给条件可得 $x=R$ ⑦

$E_p=\frac{12}{5}mgR.$ ⑧

(3)设改变后 P 的质量为 m_1. D 点与 G 点的水平距离 x_1 和竖直距离 y_1 分别为

$x_1=\frac{7}{2}R-\frac{5}{6}R\sin\theta$ ⑨

$$y_1 = R + \frac{5}{6}R + \frac{5}{6}R\cos\theta \qquad ⑩$$

式中,已应用了过 C 点的圆轨道半径与竖直方向夹角仍为 θ 的事实.

设 P 在 D 点的速度为 v_D,由 D 点运动到 G 点的时间为 t. 由平抛运动公式有

$$y_1 = \frac{1}{2}gt^2 \qquad ⑪$$

$$x_1 = v_D t \qquad ⑫$$

联立⑨⑩⑪⑫式可得 $v_D = \frac{3}{5}\sqrt{5gR}$ ⑬

设 P 在 C 点速度的大小为 v_C. 在 P 由 C 点运动到 D 点的过程中机械能守恒,有

$$\frac{1}{2}m_1 v_C^2 = \frac{1}{2}m_1 v_D^2 + m_1 g\left(\frac{5}{6}R + \frac{5}{6}R\cos\theta\right) \qquad ⑭$$

P 由 E 点运动到 C 点的过程中,由动能定理有

$$E_p - m_1 g(x+5R)\sin\theta - \mu m_1 g(x+5R)\cos\theta = \frac{1}{2}m_1 v_C^2 \qquad ⑮$$

联立⑦⑧⑬⑭⑮式可得 $m_1 = \frac{1}{3}m$. ⑯

考点十六　动量　动量定理

157.【答案】 C

【解析】 根据自由落体运动和动量定理有 $2gh = v^2$(h 为25层楼的高度,约70 m),$Ft = mv$,代入数据解得 $F \approx 1\times 10^3$ N,所以C正确.

158.【答案】 BD

【解析】 两微粒只受电场力 qE 作用且两电场力大小相等,由 $x = \frac{1}{2}a_0 t^2$,知微粒 a 的加速度大,由 $qE = ma_0$,知微粒 a 的质量小,A错误. 由动能定理 $qEx = E_k$ 得,位移 x 大的动能大,B正确. 在同一等势面上,a、b 两微粒电荷量虽相等,但电性相反,故在 t 时刻,a、b 的电势能不相等,C错误. 由动量定理 $qEt = mv$ 得,在 t 时刻,a、b 的动量大小相等,D正确.

159.【答案】 (1)研究木板和物块整体,由动能定理有 $-2mg(h - L\sin\theta) = 0 - \frac{1}{2}\cdot 2mv_0^2$

解得 $v_0 = \sqrt{g(2h-L)}$.

(2)设物块沿斜面向上运动的最大加速度为 a,最大拉力为 F_m,则 $\mu mg\cos\theta - mg\sin\theta = ma$

对整体有 $F_m - 2mg\sin\theta = 2ma$

解得 $F_m = \frac{3mg}{2}$

要使整体能沿斜面上升应满足 $F > 2mg\sin\theta = mg$

所以 $mg < F \leqslant \frac{3}{2}mg$.

(3)物块相对木板滑动过程中,设物块的加速度为 a_1,有拉力作用时木板的加速度为 a_2,撤去拉力后木板的加速度为 a_3,则

对物块$\mu mg\cos\theta - mg\sin\theta = ma_1$

对木板$F - mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = ma_2$

$mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta = ma_3$

解得$a_1 = \frac{1}{4}g, a_2 = \frac{3}{4}g, a_3 = \frac{5}{4}g$

在t_1时刻小物块的速度为v_1，木板的速度为v_2，则

$v_1 = a_1t_1, v_2 = a_2t_1$

撤去拉力后，经过时间t_2两者速度相同，则

$v_3 = v_2 - a_3t_2 = v_1 + a_1t_2$

此后二者一起匀减速上滑，设加速度大小为a_4，则

$2mg\sin\theta = 2ma_4$

全过程木板的位移$x = \frac{1}{2}a_2t_1^2 + a_2t_1t_2 - \frac{1}{2}a_3t_2^2 + \frac{v_3^2}{2a_4}$

由几何关系可得$\frac{h}{\sin\theta} = x + L$

联立解可得$t_1 = \sqrt{\frac{3(2h-L)}{2g}}$.

【解析】 (1)根据动能定理求解；

(2)根据受力情况和牛顿第二定律求解；

(3)对木板和物块运动的三个阶段对其分别进行受力分析，再根据牛顿第二定律、位移与高度之间几何关系得出答案.

160.【答案】 (1)$\frac{f}{k}$ (2)$\sqrt{v_0^2 + \frac{3fl}{2m}}$ (3)当$v < \sqrt{v_0^2 - \frac{fl}{2m}}$时，$v' = v$

当$\sqrt{{v_0}^2 - \frac{fl}{2m}} \leqslant v \leqslant \sqrt{{v_0}^2 + \frac{3fl}{2m}}$时，$v' = \sqrt{{v_0}^2 - \frac{fl}{2m}}$

【解析】 (1)轻杆开始移动时，弹簧的弹力$F = kx$ ①

且$F = f$ ②

解得$x = \frac{f}{k}$. ③

(2)设轻杆移动前小车对弹簧所做的功为W，则小车从撞击到停止的过程中由动能定理可得：

$-f\cdot\frac{l}{4} - W = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ④

同理，小车以v_m撞击弹簧时

$-fl - W = 0 - \frac{1}{2}mv_m^2$ ⑤

解得$v_m = \sqrt{v_0^2 + \frac{3fl}{2m}}$. ⑥

(3)设轻杆恰好移动时，小车撞击速度为v_1

$\frac{1}{2}m{v_1}^2 = W$ ⑦

由④⑦解得$v_1 = \sqrt{{v_0}^2 - \frac{fl}{2m}}$

当$v < \sqrt{v_0^2 - \frac{fl}{2m}}$时，$v' = v$

当$\sqrt{{v_0}^2 - \frac{fl}{2m}} \leqslant v \leqslant \sqrt{{v_0}^2 + \frac{3fl}{2m}}$时，$v' = \sqrt{{v_0}^2 - \frac{fl}{2m}}$.

考点十七　动量守恒定律及其应用

161.【答案】 AC

【解析】 A项,由图乙可以看出,碰前m_2位移未发生改变,所以m_2处于静止,而m_1位移在均匀增大,所以m_1在做匀速直线运动,两球能发生正碰,所以m_1一定在向右运动,故A项正确.

B项,由图乙可以看出碰后m_1的位移在减小,m_2的位移在增大,所以两球运动方向相反,故B项错误.

C项,由图乙可知,m_1碰前速度为4 m/s,m_2碰前静止,m_1碰后速度为-2 m/s,m_2碰后速度为2 m/s,根据动量守恒定律即可得到$m_2=0.3$ kg,故C项正确.

D项,系统损失的机械能等于两球初末动能的变化量,即$\Delta E_k=\frac{1}{2}m_1v_1^2-\frac{1}{2}m_1v_1'^2-\frac{1}{2}m_2v_2'^2$,代入数据得到系统损失机械能为零,故D项错误.

综上所述,本题正确答案为AC.

162.【答案】 AC

【解析】 A项,运动过程中,系统电势能不断地转化为动能,所以电势能减少,故A项正确.

B项,对于整个系统来说,水平方向不受外力作用,所以系统的总动量不变,故B项错误.

C项,根据动量守恒定律,$m_Av_A=m_Bv_B$,由于A、B的质量比为1∶2,所以A、B的速度比为2∶1,故C项正确.

D项,由于二者的库仑力始终相等,$a=\frac{F}{m}$,由于A、B的质量比为1∶2,所以A、B的加速度比为2∶1,故D项错误.

综上所述,本题正确答案为AC.

163.【答案】 D

【解析】 当斜面固定时,根据动能定理$\frac{1}{2}mv^2=mgh$,$v=\sqrt{2gh}$;当斜面不固定,小物块不再上升时,小物块水平方向速度等于斜面的速度,竖直方向速度为零,在水平方向上系统所受合力为零,运用动量守恒定律列等式$mv=(m+M)v'$,解得$v'=\frac{mv}{(m+M)}=\frac{m\sqrt{2gh}}{(m+M)}$,对整个系统运用能量守恒得$mgh'=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}(m+M)v'^2$,解得:$h'=\frac{M}{(m+M)}h$,故D项正确.

综上所述,本题正确答案为D.

164.【答案】 B

【解析】 爆炸过程动量守恒,爆炸之后,甲、乙做平抛运动,竖直方向位移为5 m,运动时间为1 s,在水平方向位移的数值大小等于速度,设甲的质量为$3m$,乙的质量为m,根据动量守恒定律$4mv=3mv_1+mv_2$,分析图象可知,只有B项符合条件,故B项正确.

综上所述,本题正确答案为B.

考点十八　弹性碰撞和非弹性碰撞

165.【答案】 BD

【解析】 设物块与箱子相对静止时共同速度为v_0,则由动量守恒定律得$mv=(m+M)v_0$,得到$v_0=\frac{mv}{m+M}$.

系统损失的动能为$\Delta E=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}(m+M)v_0^2=\frac{mM}{2(m+M)}v^2$,故A项错误,B项正确. 系统损失的动能转化为摩擦

生热 $Q=f\Delta x$,其中f表示物体间相互作用力,Δx 表示物体间相对路程,每次碰撞他们的相对滑动距离是 L,所以 N 次碰撞产生摩擦生热为 $Q=\mu NmgL$,故 C 项错误,D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 BD.

166.【答案】 见解析

【解析】 (1)设 B 车的质量为 m_B,碰后加速度大小为 a_B. 根据牛顿第二定律有

$\mu m_B g=m_B a_B$ ①

式中 μ 是汽车与路面间的动摩擦因数

设碰撞后瞬间 B 车速度的大小为 v'_B,碰撞后滑行的距离为 s_B. 由运动学公式有 $v'^2_B=2a_Bs_B$ ②

联立①②式并利用题给数据得

$v'_B=3.0\ \text{m/s}$. ③

(2)设 A 车的质量为 m_A,碰后加速度大小为 a_A. 根据牛顿第二定律有

$\mu m_A g=m_A a_A$ ④

设碰撞后瞬间 A 车速度的大小为 v'_A,碰撞后滑行的距离为 s_A. 由运动学公式有

$v'^2_A=2a_As_A$ ⑤

设碰撞前的瞬间 A 车速度的大小为 v_A. 两车在碰撞过程中动量守恒,有

$m_Av_A=m_Av'_A+m_Bv'_B$ ⑥

联立③④⑤⑥式并利用题给数据得

$v_A=4.25\ \text{m/s}$. ⑦

167.【答案】 (1)4 m/s 22 N (2)45 (3)$v_n=\sqrt{9-0.2n}(n<k)$

【解析】 (1)物块 A 从滑入圆轨道到最高点 Q,根据机械能守恒定律,得$\frac{1}{2}mv_0^2=mg\cdot 2R+\frac{1}{2}mv^2$

所以 A 滑过 Q 点时的速度

$v=\sqrt{v_0^2-4gR}=\sqrt{6^2-4\times10\times0.5}\ \text{m/s}=4\ \text{m/s}>\sqrt{gR}=\sqrt{5}\ \text{m/s}$

在 Q 点根据牛顿第二定律和向心力公式,得

$mg+F=m\dfrac{v^2}{R}$,

所以 A 受到的弹力 $F=\dfrac{mv^2}{R}-mg=\left(\dfrac{1\times4^2}{0.5}-1\times10\right)\text{N}=22\ \text{N}$.

(2)A 与 B 碰撞遵守动量守恒定律,设碰撞后的速度为 v',则 $mv_0=2mv'$,

所以 $v'=\dfrac{1}{2}v_0=3\ \text{m/s}$

从碰撞到 AB 停止,根据动能定理,得

$-2\mu mgkL=0-\dfrac{1}{2}\cdot2mv'^2$

所以 $k=\dfrac{v'^2}{2\mu gL}=\dfrac{3^2}{2\times0.1\times10\times0.1}=45$.

(3)AB 从碰撞到滑至第 n 个光滑段根据动能定理,得

$-2\mu mgnL=\dfrac{1}{2}\cdot2mv_n^2-\dfrac{1}{2}\cdot2mv'^2$

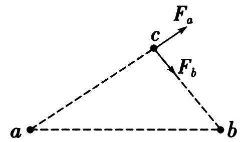
解得 $v_n=\sqrt{9-0.2n}(n<k)$.

第二章　电磁学

考点一　库仑定律

168.【答案】 D

【解析】 如果 a、b 带同种电荷，则 a、b 两小球对 c 的作用力均为斥力或引力，此时 c 在垂直于 a、b 连线的方向上的合力一定不为零，因此 a、b 不可能带同种电荷，AC 错误；若 a、b 带异种电荷，假设 a 对 c 的作用力为斥力，则 b 对 c 的作用力一定为引力，受力分析如图所示，由题意知 c 所受库仑力的合力方向平行于 a、b 的连线，则 F_a、F_b 在垂直于 a、b 连线的方向上的合力为零，由几何关系可知 $\angle a=37°$、$\angle b=53°$，则 $F_a\sin 37°=F_b\cos 37°$，解得 $\dfrac{F_a}{F_b}=\dfrac{4}{3}$，又由库仑定律及以上各式代入数据可解得 $\left|\dfrac{q_a}{q_b}\right|=\dfrac{64}{27}$，B 错误，D 正确.

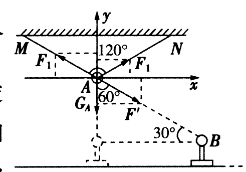


169.【答案】 BD

【解析】 假设 P、M 和 N 不在同一直线上，对 M 受力分析可知 M 不可能处于静止状态，所以选项 B 正确；M、N 和杆组成的系统，处于静止状态，则系统所受合力为零，故 $k\dfrac{Qq}{L^2}=k\dfrac{Q\cdot 2q}{(L+x)^2}$，解得 $x=(\sqrt{2}-1)L$，所以选项 A 错误，D 正确；在正点电荷产生的电场中，离场源电荷越近，电势越高，故 $\varphi_M>\varphi_N$，选项 C 错误.

170.【答案】 BC

【解析】 A 对 B 有竖直向上的库仑力，大小为 $F_{AB}=\dfrac{kQ^2}{l^2}=0.9\ \text{N}$；对 B 与支架整体分析，竖直方向上合力为零，则 $F_\text{N}+F_{AB}=mg$，可得 $F_\text{N}=mg-F_{AB}=1.1\ \text{N}$，由牛顿第三定律可知 $F'_\text{N}=F_\text{N}$，选项 A 错误. 因两细线长度相等，B 在 A 的正下方，则两绳拉力大小相等，小球 A 受到竖直向下的重力、库仑力和 F_1、F_2 作用而处于平衡状态，因两线夹角为 120°，根据力的合成特点可知：$F_1=F_2=G_A+F_{AB}=1.9\ \text{N}$，选项 B 正确；当 B 移到无穷远处时，$F_1=F_2=G_A=1\ \text{N}$，选项 D 错误. 当 B 水平向右移至 M、A、B 在同一条直线上时，如图所示，对 A 受力分析并沿水平和竖直方向正交分解，



水平方向：$F_1\cos 30°=F_2\cos 30°+F'\cos 30°$

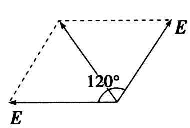
竖直方向：$F_1\sin 30°+F_2\sin 30°=G_A+F'\sin 30°$

由库仑定律可知，A、B 间库仑力大小 $F'=\dfrac{kQ^2}{\left(\dfrac{l}{\sin 30°}\right)^2}=\dfrac{F_{AB}}{4}=0.225\ \text{N}$，联立以上各式可得 $F_1=1.225\ \text{N}$，$F_2=1.0\ \text{N}$，选项 C 正确.

考点二　电场强度　点电荷的场强

171.【答案】 B

【解析】 设半圆弧的半径为 r，点电荷的场强 $E=\dfrac{kQ}{r^2}$，根据场强的合成遵循平行四边形法则，点电荷在 M、N 处时，它们单独在 O 点产生的场强大小相等，方向相同，则 O 点的场强大小为 $E_1=\dfrac{2kQ}{r^2}$. 当点电荷在 M、P 处时，它们单独在 O 点产生的场强大小相等，方向如图所示，则 O



点的场强大小为两点电荷分别在 O 点产生的场强大小在合场强方向上的投影和,即 $E_2 = 2\dfrac{kQ}{r^2}\cos 60° = \dfrac{kQ}{r^2}$,$E_1 : E_2 = 2 : 1$,故 B 项正确. 综上所述,本题正确答案为 B.

172.【答案】 D

【解析】 带电粒子在电场中运动时,其电势能的变化规律是非线性的. 由 $E_p - x$ 图象可知,带电粒子的电势能不是均匀变化的,电场力不能为恒力,选项 A 错误;带电粒子仅受静电力作用,故电势能和动能相互转化,电势能的减少量等于动能的增加量,即动能增加得越来越慢,选项 B 错误;由于静电力不是恒力,加速度 a 应该越来越小,选项 C 错误,选项 D 正确.

173.【答案】 B

【解析】 以 O 点为圆心放置均匀带电量为 $2q$ 且半径为 R 的球壳时,在 M、N 点产生的场强为 $E' = k\dfrac{2q}{4R^2} = k\dfrac{q}{2R^2}$,本题当中求解在 N 点产生的场强等于此球壳在 N 点产生的场强和右半球壳在 N 点产生的场强之差;右半球壳在 N 点产生的场强等于左半球壳在 M 点产生的场强,即为 E,所以 N 点的场强为 $k\dfrac{q}{2R^2} - E$,故 B 项正确.

综上所述,本题正确答案为 B.

本题的易错项为 C 项. 设有一半径为 R,带电荷量为 $2q$ 的球壳的球心位于 O 点,再把球壳分成左右两部分,左、右部分各带电荷量为 q,设右部分在 M 处产生的电场强度为 E',由题意可知左部分在 M 处产生的电场强度为 E,则有 $\dfrac{k\times 2q}{(2R)^2} = E + E'$,解得:$E' = \dfrac{kq}{2R^2} - E$,根据对称知识可知,图中的半个球壳在 N 点的电场强度大小也为 $\dfrac{kq}{2R^2} - E$.

174.【答案】 B

【解析】 处于 O 点的正点电荷在 G 点处产生的场强 $E_1 = k\dfrac{Q}{a^2}$,方向沿 y 轴负向;又因为 G 点处场强为零,所以 M、N 处两负点电荷在 G 点共同产生的场强 $E_2 = E_1 = k\dfrac{Q}{a^2}$,方向沿 y 轴正向;根据对称性,M、N 处两负点电荷在 H 点共同产生的场强 $E_3 = E_2 = k\dfrac{Q}{a^2}$,方向沿 y 轴负向;将该正点电荷移到 G 处,该正点电荷在 H 点产生的场强 $E_4 = k\dfrac{Q}{(2a)^2}$,方向沿 y 轴正向,所以 H 点的场强 $E = E_3 - E_4 = \dfrac{3kQ}{4a^2}$,方向沿 y 轴负向.

175.【答案】 A

【解析】 在 $r \leqslant R$ 时,试探电荷在球壳内运动,由于球壳内电场强度处处为零,不受电场力,由动能定理可得试探电荷动能不变;在 $r > R$ 时,试探电荷在球壳外运动,电场力做正功,试探电荷动能增加,由库仑定律可得:离球心越远,电场强度越小,则电场力越小,故试探电荷往外走过相同距离时电场力做功越小,由动能定理可得试探电荷动能增加得越慢,故 A 项正确.

综上所述,本题正确答案为 A.

考点三　电场线　电势能　电势　等势面

176.【答案】 AB

【解析】 电子在等势面 b 时的电势能为 $E = q\varphi = -2$ eV,电子由 a 到 d 的过程电场力做负功,电势能增加 6 eV,由于相邻两等势面之间的距离相等,故相邻两等势面之间的电势差相等,则电子由 a 到 b、由 b 到 c、由 c 到 d、由 d 到 f 电势能均增加 2 eV,则电子在等势面 c 的电势能为零,等势面 c 的电势为零,A 正确. 由以上分析可知,电子在等势面 d 的电势能应为 2 eV,C 错误. 电子在等势面 b 的动能为 8 eV,电子在等势面 d 的动能为 4 eV,由公式 $E_k = \dfrac{1}{2}mv^2$ 可知,该电子经过平面 b 时的速率为经过平面 d 时速率的 $\sqrt{2}$ 倍,D 错误. 如果电子的速度与等势面不垂直,则电子在该匀强电场中做曲线运动,所以电子可能到达不了平面 f 就返回平面 a,B 正确.

177.【答案】 D

【解析】 小球下落过程中,电场力做负功,电势能增加,增加的电势能 $\Delta E_p = qEh = 1.00\times10^{-7}\times150\times10.0$ J $= 1.50\times10^{-4}$ J. 由动能定理可知,动能的改变量为合外力做的功,则动能改变量 $\Delta E_k = (mg-qE)h = (1.00\times10^{-4}\times 9.8 - 1.00\times10^{-7}\times150)\times10.0$ J $=9.65\times10^{-3}$ J,选项 D 正确.

178.【答案】 A

【解析】 因 a、b 两点在同一等势线上,故 $U_{ac}=U_{bc}$,$W_a=eU_{ac}$,$W_b=eU_{bc}$,故 $W_a=W_b$. 由题图可知 a 点处电场线比 b 点处电场线密,故 $E_a>E_b$. 选项 A 正确.

179.【答案】 BC

【解析】 类比速度－时间图象中曲线与时间轴围成的面积表示位移得此时曲线与 x 轴围成的面积表示电势,所以 x_4 处电势大于 x_2 处,故 A 项错误. x_1 运动到 x_3 过程中电势逐渐增大,正电荷电势能逐渐增大,故 B 项正确. x_1 运动到 x_4 过程中,电场强度大小先增大后减小,所以电场力先增大后减小,故 C 项正确,D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 BC.

180.【答案】 AD

【解析】 带正电的小球在 $x=L$ 处电势能最小,根据能量守恒可知粒子在该处的动能最大,所以小球在 $x=L$ 处速度最大,故 A 项正确. 根据乙图可得 $x=-2L$ 处电势高于 $x=2L$ 处电势,带正电的在 $x=2L$ 处由静止释放,根据能量守恒,不可能到达 $x=-2L$ 处,故 B 项错误. 小球以 $x=L$ 为中心做往复运动的条件是电势关于 $x=L$ 对称,根据乙图得电势关于 $x=L$ 不对称,故 C 项错误. 根据图乙得知在 $x=L$ 处 $\varphi-x$ 斜率为零,即电场强度为零,则$\frac{kQ_A}{(4L)^2}=\frac{kQ_B}{(2L)^2}$,所以 $Q_A:Q_B=4:1$,故 D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 AD.

本题易错项为 C. 考生可能不明确小球做往复运动的条件,故易错选 C 项.

181.【答案】 ABC

【解析】 A 项,由图可知,曲线运动的合力指向凹侧,则带电粒子 M 所受的电场力向左,故 M 带负电荷,N 粒子所受电场力方向向下,故 N 粒子带正电荷,故 A 项正确.

B 项,由于虚线是等势面,故 M 粒子从 a 到 b 电场力对其做负功,动能减小,故 B 项正确.

C 项,由于 d 和 e 在同一等势面上,所以从 d 到 e 电场力不做功,故电势能不变,故 C 项正确.

D 项,由于 N 粒子带正电,从 c 点运动到 d 点的过程中,电场力做正功,故 D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 ABC.

182.【答案】 B

【解析】 根据对称性分析可知,在圆环上各点电荷在 O 点产生场强的合场强为零;在 x 轴上,根据电场的叠加原理可知,O 点左侧各点的电场线方向水平向左,O 点右侧各点的电场线方向水平向右;沿着电场线的方向电势减小,可知 O 点的电势最高,故 A 项错误,B 项正确. 在 O 点的电场强度为零,在无穷远处电场强度为零,说明沿 x 轴正方向,电场强度先增加后减小;根据 B 项的分析可知,电势逐渐减小,故 C、D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 B.

183.【答案】 BC

【解析】 因为等量异种电荷在其连线的中垂线上的电场方向为水平指向负电荷,所以电场方向与中垂线方向垂直,故中垂线为等势线,因为中垂线延伸到无穷远处,所以中垂线的电势为零,故 b 点的电势为零,但是电场强度不为零. A 错误;等量异种电荷连线上,电场方向由正电荷指向负电荷,方向水平向右,正电荷所受电场力方向向右,连线中点 O 处电势为零,O 点左侧电势为正,右侧电势为负,又知道试探电荷为正电荷,正电势处电势能为正,故 B 正确;O 点的电势低于 a 点的电势,将正的试探电荷从 O 点移至 a 点,电场力做负功,所以必须克服电场力做功,C 正确;O 点和 b 点的电势相等,所以将一正的试探电荷先后从 O、b 两点移到 a 点,电场力做功相等,电势能的变化相同,D 错误.

184.【答案】 A

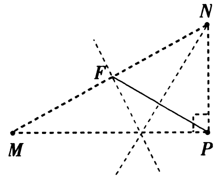
【解析】 点电荷由原点 O 出发，到达 x_2 处时速度为零，到达 x_3 处速度也为零，在由 O 到 x_2、由 O 到 x_3 的过程中，只有电场力做功，根据动能定理，电场力做功相同，所以 O 点与 x_2 和 O 点与 x_3 电势差也相等，故 A 项正确. 点电荷在电场中的受力有 $F=-Eq=ma$，则 a 的图象与 E 的图象关于 x 轴对称，所以加速度先增大再减小，后增大再减小，然后增大再减小，再然后增大再减小，最后保持不变，故 B 项错误. 根据初速度水平向右和加速度方向变化，则速度先向右减小至零，到达 x_2，再向左增大，到达原点 O，然后减小至零，到达 x_3，故 C 项错误. 点电荷在运动过程中，根据能量守恒定律，动能和电势能之和保持不变，x_2、x_3 位置处，电荷的动能最小，则电势能最大，故 D 项错误.

综上所述，本题正确答案为 A.

本题的易错项为 C 项. 点电荷从 O 点运动到 x_2 的过程中，因电场强度发生变化，所以受到的电场力也不断变化，点电荷运动的加速度也不断变化，所以其速度不会均匀变化.

185.【答案】 AD

【解析】 A 项，根据点电荷形成的等势面的特点，由于 $\varphi_M=\varphi_N$，$\varphi_F=\varphi_P$，则点电荷到点 M 和 N 以及到点 F 和点 P 的距离相等，根据几何知识可知线段 MN 和线段 FP 的垂直平分线的交点即为点电荷 Q 的位置，作图如下：



易知点电荷 Q 一定在 MP 的连线上，故 A 项正确.

B 项，根据点电荷形成的等势面的特点可知距离点电荷相等位置的点电势相等，所以等势面是一个个球面，则线段 PF 一定不在同一等势面上，故 B 项错误.

C、D 项，由于 Q 为正电荷，则距离 Q 越远，电势越低，所以有 $\varphi_P>\varphi_M=\varphi_N$，所以将正试探电荷从 P 点搬运到 N 点，电场力做正功，故 C 项错误，D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 AD.

考点四　电势差以及与电场强度的关系

186.【答案】 BC

【解析】 正电荷形成的场，离核越远，电势越低. 故 N 点比 P 点电势低. A 项错误. 由于是光滑绝缘水平面，从 N 点到 P 点电势能转化为动能，有 $-qU_{NP}=\frac{1}{2}mv^2$，故 $U_{NP}=-\frac{mv^2}{2q}$. $U_{NP}=\varphi_N-\varphi_P=-\frac{mv^2}{2q}$，$\varphi_N=U_{NP}=-\frac{mv^2}{2q}$. B 项正确. 由于 $\theta=60°$，$2\,\overline{OP}=\overline{ON}$，再由 $E=\frac{kQ}{r^2}$，得到 P 点电场强度大小是 N 点的 4 倍. C 项正确. 检验电荷在 N 点具有的电势能为 $\frac{1}{2}mv^2$. D 项错误.

综上所述，本题正确答案为 BC.

187.【答案】 AC

【解析】 平行板电容器充电后与电源断开后，电量不变. 将正极板移到图中虚线所示的位置时，板间距离 d 减小，根据 $C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$ 可知，电容 C 增大，根据 $U=\frac{Q}{C}$，板间电压变小；由 $E=\frac{U}{d}=\frac{Q}{Cd}$，$C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$ 得到：$E=\frac{4\pi kQ}{\varepsilon S}$，可知 E 与 d 无关，则知电场强度 E 不变；P 与负极板间的距离不变，由公式 $U=Ed$ 可知：P 与负极板间的电势差不变，P 点的电势不变，正电荷在 P 点的电势能不变，故 A、C 项正确.

综上所述，本题正确答案为 AC.

188.【答案】 B

【解析】 由电子从 M 点分别运动到 N 点和 P 点的过程中电场力所做的负功相等可知,N、P 两点在同一等势面上,且电场线方向为 $M\to N$,故选项 B 正确,选项 A 错误. M 点与 Q 点在同一等势面上,电子由 M 点运动到 Q 点,电场力不做功,故选项 C 错误. 电子由 P 点运动到 Q 点,电场力做正功,故选项 D 错误.

189.【答案】 B

【解析】 A 项,因场强等于沿场强方向上单位距离上的电势差,则在 x 轴上各个点的场强大小等于 $\varphi-x$ 图象的斜率,在 M 点处,$\varphi-x$ 图象的斜率不为零,所以电场强度不为零,故 A 项错误.

B 项,在 N 点处,$\varphi-x$ 图象的斜率为零,所以电场强度为零,故 B 项正确.

C 项,设一个带正电的试探电荷从 M 点移动到 N 点,由于电势减小,所以电势能会减小,此过程电场力做正功,M、N 之间电场方向沿 x 轴正方向,故 C 项错误.

D 项,由图乙可知 $|\Delta\varphi_{PN}|<|\Delta\varphi_{MN}|$,所以正试探电荷在 PN 之间电势能的变化量的绝对值小于在 NM 之间电势能的变化量的绝对值,根据功能关系可知电场力做功 $|W_{PN}|<|W_{NM}|$,故 D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 B.

考点五　带电粒子在匀强电场中的运动

190.【答案】 BD

【解析】 由题意得,$(\varphi_a-\varphi_b)q=W_1$,$(\varphi_c-\varphi_d)q=W_2$,只能得出 a、b 两点间和 c、d 两点间的电势关系,无法确定场强的方向,选项 A 错误;若 c、d 之间的距离为 L,因无法确定场强的方向,故无法确定场强的大小,选项 C 错误;由于 $\varphi_M=\frac{\varphi_a+\varphi_c}{2}$、$\varphi_N=\frac{\varphi_b+\varphi_d}{2}$、$W_{MN}=q(\varphi_M-\varphi_N)$,上述式子联立求解得粒子从 M 点移动到 N 点电场力做的功为 $W_{MN}=\frac{W_1+W_2}{2}$,所以 B 正确;若 $W_1=W_2$,有 $\varphi_a-\varphi_b=\varphi_c-\varphi_d$,变形可得 $\varphi_a-\varphi_c=\varphi_b-\varphi_d$,又 $\varphi_a-\varphi_M=\varphi_a-\frac{\varphi_a+\varphi_c}{2}=\frac{\varphi_a-\varphi_c}{2}$,$\varphi_b-\varphi_N=\varphi_b-\frac{\varphi_b+\varphi_d}{2}=\frac{\varphi_b-\varphi_d}{2}$,所以 $\varphi_a-\varphi_M=\varphi_b-\varphi_N$,D 正确.

191.【答案】 BCD

【解析】 质点从板的右端运动到光屏的过程中有竖直向下的加速度,要使其垂直打在光屏 M 上,其在板间运动的过程中必须有向上的加速度,所以速度变化不一样,故 A 项错误. 质点在板间运动的时间为 $t_1=\frac{l}{v_0}$,从板的右端运动到光屏的时间为 $t_2=\frac{2l}{v_0}$,竖直方向上,前段满足 $a_1t_1=\frac{Eq-mg}{m}t_1=\Delta v$,后段满足 $a_2t_2=gt_2=\Delta v$,联立可得 $E=\frac{3mg}{q}$,故 B 项正确. 将滑动变阻器滑片向下滑动一段后,电阻变小,滑动变阻器两端电压变小,A 板带正电,由于左端接了二极管,正电荷无法流出,所以 A 板电荷不变,平行金属板的电荷量不变,根据公式 $E=\frac{U}{d}=\frac{Q}{Cd}$可得电场强度不变,质点运动情况不变,故 C 项正确. 电场强度 $E=\frac{U}{d}=\frac{Q}{Cd}=Q\frac{4\pi kd}{\varepsilon Sd}=Q\frac{4\pi k}{\varepsilon S}$,与板间距离无关,则改变平行板间距不会影响质点的运动状态,故 D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 BCD.

192.【答案】 BD

【解析】 A 项,当粒子从 D 形盒中出来时,速度最大,由 $v=\frac{qBr}{m}$可知加速粒子的最大速度与 D 形盒的半径有关,故 A 项错误. B 项,带电粒子经加速电场加速后,进入磁场发生偏转,电场被限制在 A、C 板间,只有经过 AC 板间时被加速,所以运动一周加速一次,电场的方向不需改变,故 B 项正确. C 项,根据 $r=\frac{mv}{qB}$,$P_1P_2=2(r_2-r_1)=\frac{2m\Delta v}{qB}$,因为每转一圈被加速一次,根据 $v^2-v_1^2=2as$ 可知每转一圈,速度的变化量不等,则 $P_1P_2\neq P_2P_3$,故 C 项错误. D 项,该回旋加速器中粒子每转一圈,加速一次,且都在 AC 间加速,加速的电场不需改变,故 D 项正确. 综上所述,本题正确答案为 BD.

193.【答案】 A

【解析】 设电场强度为 E. 而粒子的运动时间相同. 对 M 有,$a=\frac{Eq}{M}$,$\frac{2}{5}l=\frac{1}{2}\frac{Eq}{M}t^2$,对 m 有 $a=\frac{Eq}{m}$,$\frac{3}{5}l=\frac{1}{2}\frac{Eq}{m}t^2$,联得$\frac{M}{m}=\frac{3}{2}$. A 正确.

194.【答案】 AB

【解析】 根据带负电的油滴在竖直面内的轨迹可知,油滴所受合外力一定向上,则所受电场力一定向上,且电场力大于重力,故匀强电场的方向竖直向下,Q 点的电势比 P 点高,选项 A 正确. 油滴从 P 点运动到 Q 点,根据动能定理,合外力做正功,动能增大,所以油滴在 Q 点的动能比它在 P 点的大,选项 B 正确. 油滴从 P 点运动到 Q 点,电场力做正功,电势能减小,油滴在 Q 点的电势能比它在 P 点的小,选项 C 错误. 由于带电油滴所受的电场力和重力均为恒力,所以油滴在 Q 点的加速度和它在 P 点的加速度大小相等,选项 D 错误.

195.【答案】 B

【解析】 将粒子速度分解为平行于和垂直于电容器板,在平行方向做匀速运动,在垂直方向做匀减速运动,故当两极板间电场强度达到最大时,粒子则刚好到达上板,设垂直于板的速度为 v_0,则可列公式为 $v_0^2=2\frac{qE}{m}d$,且 $v_0=v\cos 45°$,$E_{k0}=\frac{1}{2}mv^2$,联立可得 $E=\frac{E_{k0}}{2qd}$,故 B 项正确.

综上所述,本题正确答案为 B.

196.【答案】 (1)$\frac{7}{3}$ (2)$\frac{\sqrt{3}mg}{6q}$ 电场方向与竖直向下的方向的夹角为 30°

【解析】 (1)设小球的初速度为 v_0,初动能为 E_{k0},从 O 点运动到 A 点的时间为 t,令 $OA=d$,则 $OB=\frac{3}{2}d$,根据平抛运动的规律有

$d\sin 60°=v_0t$ ①

$d\cos 60°=\frac{1}{2}gt^2$ ②

又有 $E_{k0}=\frac{1}{2}mv_0^2$ ③

由①②③式得

$E_{k0}=\frac{3}{8}mgd$ ④

设小球到达 A 点时的动能为 E_{kA},则

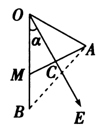
$E_{kA}=E_{k0}+\frac{1}{2}mgd$ ⑤

由④⑤式可得$\frac{E_{kA}}{E_{k0}}=\frac{7}{3}$. ⑥

(2)加电场后,小球从 O 点到 A 点和 B 点,高度分别降低了$\frac{d}{2}$和$\frac{3d}{2}$,设电势能分别减小 ΔE_{pA} 和 ΔE_{pB},由能量守恒及④式得 $\Delta E_{pA}=3E_{k0}-E_{k0}-\frac{1}{2}mgd=\frac{2}{3}E_{k0}$ ⑦

$\Delta E_{pB}=6E_{k0}-E_{k0}-\frac{3}{2}mgd=E_{k0}$ ⑧

在匀强电场中,沿任一直线,电势的降落是均匀的. 设直线 OB 上的 M 点与 A 点等电势,M 与 O 点的距离为 x,如图所示,则有$\frac{x}{\frac{3}{2}d}=\frac{\Delta E_{pA}}{\Delta E_{pB}}$ ⑨



解得 $x=d$，MA 为等势线，电场强度方向必与其垂线 OC 方向平行. 设电场强度方向与竖直向下的方向的夹角为 α，由几何关系可得 $\alpha=30°$ ⑩

即电场强度方向与竖直向下的方向的夹角为 30°.

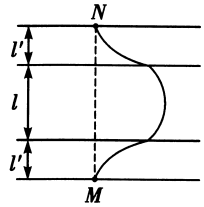
设电场强度的大小为 E，有

$qEd\cos 30° = \Delta E_{pA}$ ⑪

由④⑦⑪式可得 $E=\frac{\sqrt{3}mg}{6q}$. ⑫

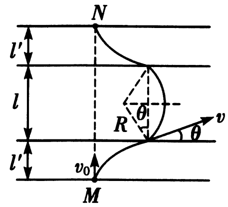
197.【答案】 见解析

【解析】 (1)粒子运动的轨迹如图(a)所示.(粒子在电场中的轨迹为抛物线,在磁场中为圆弧,上下对称)



图(a)

(2)粒子从电场下边界入射后在电场中做类平抛运动. 设粒子从 M 点射入时速度的大小为 v_0，在下侧电场中运动的时间为 t，加速度的大小为 a；粒子进入磁场的速度大小为 v，方向与电场方向的夹角为 θ(见图(b))，速度沿电场方向的分量为 v_1. 根据牛顿第二定律有



图(b)

$qE=ma$ ①

式中 q 和 m 分别为粒子的电荷量和质量. 由运动学公式有

$v_1=at$ ②

$l'=v_0t$ ③

$v_1=v\cos\theta$ ④

粒子在磁场中做匀速圆周运动,设其运动轨道半径为 R，由洛伦兹力公式和牛顿第二定律得

$qvB=\frac{mv^2}{R}$ ⑤

由几何关系得

$l=2R\cos\theta$ ⑥

联立①②③④⑤⑥式得

$v_0=\frac{2El'}{Bl}$. ⑦

(3)由运动学公式和题给数据得

$v_1=v_0\cot\frac{\pi}{6}$ ⑧

联立①②③⑦⑧式得

$\frac{q}{m}=\frac{4\sqrt{3}El'}{B^2l^2}$ ⑨

设粒子由 M 点运动到 N 点所用的时间为 t'，则

$$t'=2t+\frac{2(\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{6})}{2\pi}T \quad ⑩$$

式中 T 是粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期

$$T=\frac{2\pi m}{qB} \quad ⑪$$

由③⑦⑨⑩⑪式得

$$t'=\frac{Bl}{E}(1+\frac{\sqrt{3}\pi l}{18l'}). \quad ⑫$$

198.【答案】 (1) $\sqrt{2gh}$ (2) $\frac{mg(h+d)}{qd}$ $C\frac{mg(h+d)}{q}$ (3) $\frac{h+d}{h}\sqrt{\frac{2h}{g}}$

【解析】 (1)由 $v^2=2gh$，可得 $v=\sqrt{2gh}$.

(2)在极板间带电小球受重力和电场力作用，由牛顿运动定律可知：$mg-qE=ma$

由运动学公式可知：$0-v^2=2ad$

整理得电场强度 $E=\frac{mg(h+d)}{qd}$

由 $U=Ed$，$Q=CU$，得电容器所带电荷量 $Q=C\frac{mg(h+d)}{q}$.

(3)由 $h=\frac{1}{2}gt_1^2$，$0=v+at_2$，$t=t_1+t_2$

整理得 $t=\frac{h+d}{h}\sqrt{\frac{2h}{g}}$.

199.【答案】 (1)由带电小球在第三象限内做匀速圆周运动可得：带电小球带正电，且 $mg=qE$

解得：$\frac{q}{m}=\frac{g}{E}$.

(2)带电小球从 N 运动到 Q 点的过程中，有：$qvB_2=m\frac{v^2}{R}$

由几何关系有：$R+R\sin\theta=\frac{3}{2}l$

联立可得：$v=\sqrt{\frac{5\pi gl}{6}}$

带电小球在杆上匀速时，由平衡条件有：$mg\sin\theta=\mu(qvB_1-mg\cos\theta)$

解得：$\mu=\frac{\sqrt{3}}{4}$.

(3)带电小球在第三象限内做匀速圆周运动的周期：$T=\frac{2\pi R}{v}=\sqrt{\frac{24\pi l}{5g}}$

带电小球第一次在第二象限竖直上下运动的总时间为：$t_0=\frac{2v}{g}=\sqrt{\frac{10\pi l}{3g}}$

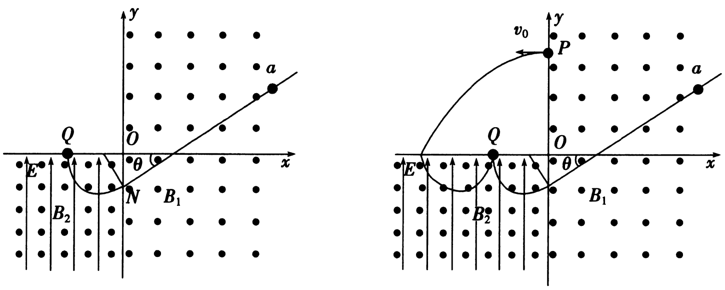
绝缘小球 b 平抛运动至 x 轴上的时间为：$t=\sqrt{\frac{2h}{g}}=2\sqrt{\frac{10\pi l}{3g}}$

两球相碰有：$t=\frac{T}{3}+n\left(t_0+\frac{T}{2}\right)$

联立可得：$n=1$

设绝缘小球 b 平抛的初速度为 v_0，则 $\frac{7}{2}l=v_0t$

解得：$v_0=\sqrt{\frac{147gl}{160\pi}}$.



【解析】 (1)粒子在第三象限做匀速圆周运动,重力和电场力平衡,洛伦兹力提供向心力,根据平衡条件求解电场强度;

(2)带电小球在第三象限做匀速圆周运动,画出轨迹,结合几何关系得到半径,然后结合牛顿第二定律求解速度,带电小球 a 穿在细杆上匀速下滑,受重力、支持力和洛伦兹力作用,处于平衡状态,根据共点力平衡条件求解小球 a 与绝缘细杆的动摩擦因数大小;

(3)绝缘小球 b 做平抛运动,根据平抛运动的分运动公式求解运动到 x 轴的时间;小球 a 在第三象限做圆周运动,第二象限做竖直上抛运动,分阶段求解出其经过 x 轴的时间,然后根据等时性列式求解.

200.【答案】 (1)微粒做直线运动,则 $mg+qE_0=qvB$ ①

微粒做圆周运动,则 $mg=qE_0$ ②

联立①②可得 $q=\frac{mg}{E_0}$ ③

$B=\frac{2E_0}{v}$. ④

(2)设微粒从 N_1 运动到 Q 的时间为 t_1,做圆周运动的周期为 t_2,则

$\frac{d}{2}=vt_1$ ⑤

$qvB=m\frac{v^2}{R}$ ⑥

$2\pi R=vt_2$ ⑦

联立③④⑤⑥⑦得

$t_1=\frac{d}{2v},t_2=\frac{\pi v}{g}$ ⑧

电场变化的周期 $T=t_1+t_2=\frac{d}{2v}+\frac{\pi v}{g}$. ⑨

(3)若微粒能完成题述的运动过程,要求 $d\geqslant 2R$ ⑩

联立③④⑥得 $R=\frac{v^2}{2g}$ ⑪

设在 N_1Q 段直线运动的最短时间为 $t_{1\min}$

由⑤⑩⑪得 $t_{1\min}=\frac{v}{2g}$

因 t_2 不变,T 的最小值 $T_{\min}=t_{1\min}+t_2=\frac{(2\pi+1)v}{2g}$.

【解析】 (1)微粒 N_1 到 Q 点沿直线运动,故可列出竖直方向上受力平衡方程式,在 Q 点之后做匀速圆周运动,由此可列出竖直方向上受力平衡方程式,联立方程式便可求解.

(2)由(1)中所求得的物理量,我们可以求得微粒做直线运动和圆周运动的时间,由此便可求得电场变化的周期.

(3)根据所满足的条件,列出方程式,然后联立方程进行求解.

201.【答案】 (1)带电粒子进入偏转电场时的动能,即为电场力做的功

$E_k = W_{MN} = U_0 q$.

(2)设带电粒子以速度 v 进入磁场,且与磁场边界之间的夹角为 α 时 $\Delta y = R - R\cos\alpha = R(1-\cos\alpha)$

$$R = \frac{mv}{Bq}$$

$$\Delta y = \frac{mv_1}{Bq} \cdot \frac{(1-\cos\alpha)}{\sin\alpha}$$

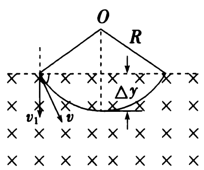
当 $\alpha = 90°$ 时,Δy 有最大值.

即加速后的带电粒子以 v_1 的速度进入竖直极板 P、Q 之间的电场不发生偏转,沿中心线进入磁场.磁场上、下边界区域的最小宽度即为此时带电粒子运动轨道半径.

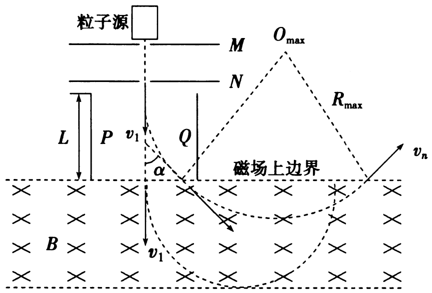
$$U_0 q = \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$$

$$\Delta y_{max} = x = \frac{mv_1}{Bq} = L.$$



(3)粒子运动轨迹如图所示,若 $t=0$ 时进入偏转电场,在电场中匀速直线运动进入磁场时 $R = L$,打在感光胶片上距离中心线最近为 $x = 2L$



任意电压时出偏转电场时的速度为 v_n,根据几何关系

$$v_n = \frac{v_1}{\cos\alpha}$$

$$R_n = \frac{mv_n}{Bq}$$

在胶片上落点长度为 $\Delta x = 2R_n\cos\alpha = \frac{2mv_1}{Bq}$

打在感光胶片上的位置和射入磁场位置间的间距相等,与偏转电压无关.在感光胶片上的落点宽度等于粒子在电场中的偏转距离.

$$y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{3qU_0}{1.5Lm} \cdot \left(\frac{L}{v_1}\right)^2 = \frac{L}{2}$$

粒子在感光胶片上落点距交点 O 的长度分别是 $2L$ 和 $\frac{5L}{2}$,则落点范围是 $\frac{L}{2}$.

【解析】 (1)根据功能转换关系即可得到带电粒子进入偏转电场的动能.

(2)根据带电粒子在磁场中的运动规律,结合牛顿第二定律和洛伦兹力提供向心力公式联立求解,得到带电粒子在匀强磁场中竖直方向的最大位移.根据(1)得到粒子进入匀强磁场中的运动速度以及方向,代入求解得到磁场上下边界的最小宽度.

(3)根据几何关系和牛顿第二定律联立求解,得到打在感光胶片上的位置和射入磁场位置间的间距,与偏转电压无关.所以当粒子在偏转电场中偏转的位移越大,则打在感光胶片上的位置距离磁场中心位置越远,即可得到在感光胶片上的落点宽度为粒子在电场中的偏转距离.

考点六 电容器的电压 电荷量和电容的关系

202.【答案】 C

【解析】 电路中四个电阻阻值相等,开关 S 断开时,外电路的连接等效为图 1,由于不计电池的内阻,设每个定值电阻的阻值为 R,根据串并联电路的特点可知,电容器两端的电压为 $U_1=\frac{1}{2}\times\frac{\frac{2}{3}R}{\frac{2}{3}R+R}E=\frac{1}{5}E$;当开关 S 闭合后,外电路的连接等效为图 2,则电容器两端的电压为 $U_2=\frac{\frac{1}{2}R}{\frac{1}{2}R+R}E=\frac{1}{3}E$,由 $Q=CU$ 可知,$\frac{Q_1}{Q_2}=\frac{U_1}{U_2}=\frac{3}{5}$,C 项正确.

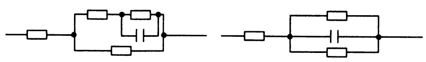


图 1　　　　图 2

203.【答案】 $2Q$

【解析】 设电容器电容为 C.第一次充电后两极板之间的电压为 $U=\frac{Q}{C}$ ①

两极板之间电场的场强为 $E=\frac{U}{d}$ ②

式中 d 为两极板间的距离.

按题意,当小球偏转角 $\theta_1=\frac{\pi}{6}$时,小球处于平衡位置.设小球质量为 m,所带电荷量为 q,则有

$T\cos\theta_1=mg$ ③

$T\sin\theta_1=qE$ ④

式中 T 为此时悬线的张力.

联立①②③④式可得

$\tan\theta_1=\frac{qQ}{mgCd}$ ⑤

设第二次充电使正极板上增加的电荷量为 ΔQ,此时小球偏转角

$\theta_2=\frac{\pi}{3}$,则

$\tan\theta_2=\frac{q(Q+\Delta Q)}{mgCd}$ ⑥

联立⑤⑥式可得

$\frac{\tan\theta_1}{\tan\theta_2}=\frac{Q}{Q+\Delta Q}$ ⑦

代入数据解得

$\Delta Q=2Q$. ⑧

考点七　欧姆定律和闭合电路的欧姆定律

204.【答案】 B

【解析】 $e=E_m\sin\omega t$,若转速变为到原来$\frac{1}{2}$,则电压有效值变为原来的$\frac{1}{2}$. A 项,根据$P=\frac{U^2}{R}$,R 消耗的功率变为$\frac{1}{4}P$,故 A 项错误. B 项,由于原线圈电压有效值变为原来的$\frac{1}{2}$,则理想变压器副线圈 U 也变为原来的$\frac{1}{2}$,即电压表 V 的读数变为$\frac{1}{2}U$,故 B 项正确. C 项,原线圈电压有效值变为原来的$\frac{1}{2}$,所以副线圈$I_{副}=\frac{\frac{1}{2}U}{R}=\frac{1}{2}\cdot\frac{U}{R}=\frac{1}{2}I$,可知电流表 A 的读数变为$\frac{1}{2}I$,故 C 项错误. D 项,由于转速变化,即频率也会发生变化,故 D 项错误. 综上所述,本题正确答案为 B.

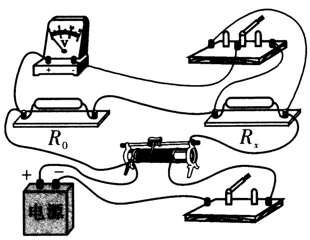
205.【答案】 (1)减小　(2)1.00(0.98,0.99,1.01 均正确)　(3)5

【解析】 (1)滑动触头向下移动,R_L 变小,R_L 与 R 并联后的总电阻 $R_{总}$ 变小,由于电路连接恒流源,根据 $U=I_0R_{总}$ 可得电压表示数减小.

(2)由(1)问中两电阻并联可得 $U=(I_0-I)R$,从题图乙可知,电压 $U=0$ 时,$I_0=I=1.0$ A;$I=0$ 时,$R=\frac{U}{I_0}=20\ \Omega$.

(3)$P_L=UI=20(1-I)\cdot I=5-20(I-0.5)^2$,所以当 $I=0.5$ A 时,R_L 消耗的功率最大,为 5 W.

206.【答案】 (1)实物连线如图　(4)$(\frac{U_2}{U_1}-1)R_0$　(6)48.2



【解析】 开关 S_2 掷于 1 端,由欧姆定律可得通过 R_x 的电流 $I=\frac{U_1}{R_0}$,将开关 S_2 掷于 2 端,R_0 和 R_x 两端电压为 U_2,R_x 两端电压为 $U=U_2-U_1$,由欧姆定律可得待测电阻阻值 $R_x=\frac{U}{I}=\frac{U_2-U}{U_1}R_0=(\frac{U_2}{U_1}-1)R_0$. 5 次测量所得$\frac{U_2}{U_1}$的平均值为$\frac{1}{5}(3.44+3,43+3.39+3.40+3.39)=3.41$,代入得 $R_x=(3.41-1)\times20.0\ \Omega=48.2\ \Omega$.

207.【答案】 (1)100　910　2 000　(2)50　(3)M　(4)大于

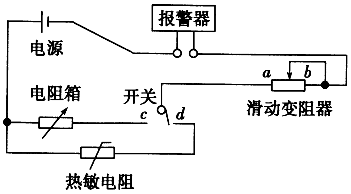
【解析】 (1)根据题意,R_1 与表头 G 构成 1 mA 的电流表,则 $I_gR_g=(I-I_g)R_0$,解得 $R_1=100\ \Omega$. 若使用 a、b 两接线柱,电压表的量程为 1 V,则 $R_2=\frac{U_{ab}-I_gR_g}{I}=910\ \Omega$;若使用 a、c 两个接线柱,电压表的量程为 3 V,则 $R_3=\frac{U_{ac}-I_gR_g-IR_2}{I}=2\ 000\ \Omega$.

(2)电压表与之并联后,电阻小于 2 500 Ω,对于分压式电路,应使滑动变阻器的最大阻值远小于并联部分阻值,同时便于调节电压,故应选择 50 Ω 的电阻.

(3)在闭合开关 S 前,滑动变阻器的滑动端 P 应靠近 M 端,这样把并联部分电路短路,起到保护作用.

(4)电压表读数偏小,说明通过表头 G 的电流偏小,则实际电阻偏大,故其实际电阻大于 900 Ω.

208.【答案】 (1)连线如图所示　(2)R_2　(3)①650.0　b　接通电源后,流过报警器的电流会超过 20 mA,报警器可能损坏　②c　报警器开始报警



【解析】（1）根据题述，应该采用滑动变阻器的限流接法，连接的电路如答案图所示.

（2）根据题述，流过报警器的工作电流超过 10 mA 时，报警器就会报警，可知滑动变阻器的最大阻值至少为 $R=\frac{U}{I_c}=\frac{18}{10\times10^{-3}}\ \Omega=1\ 800\ \Omega$，因此在电路中应选用最大阻值为2 000 Ω的滑动变阻器 R_2.

（3）①电路接通前，需将电阻箱调到一固定的阻值，根据实验要求，这一阻值为热敏电阻在 60 ℃时的阻值650.0 Ω；滑动变阻器的滑片应置于接入电路的阻值最大处，即 b 端附近，不能置于另一端的原因是：若置于 a 端，则导致闭合开关后，报警器中电流大于 20 mA，报警器可能损坏. ②将开关向 c 端闭合，缓慢移动滑动变阻器的滑片，直至报警器开始报警.

209.【答案】（1）3　2　A

（2）2.4　1.1～1.3　=　>

【解析】（1）电流计改装为电压表时，应串联一个电阻，所以开关应接在 3 处；欧姆表内有电源和一可变电阻，可以不用连接电路而直接读取，所以开关应接在 2 处；根据图中电源正负极的标识可知，使用时被测电路的正极流出的电流应从 A 端流入多用电表中.

（2）通过欧姆定律可得：$E=I(R+r_{内})$，$\frac{E}{I}=R+r_{内}$，$R=\frac{1}{I}\cdot E-r_{内}$，据丙图可知，斜率即为电源电动势 E，在 y 轴的截距为 $-r_{内}$，故：$r_{内}=1.2\ \Omega$，斜率 $k=\frac{6-(-1.2)}{3}=2.4$，即 $E=2.4$ V；

考虑实际情况，电流表有内阻分压，$E=I(R+r_A+r_{内})$，$R=\frac{1}{I}E-(r_A+r_{内})$，实际图象中斜率为 E，故 $E_{测}=E_{真}$，$r_{测}=r_A+r_{内}$，故 $r_{测}>r_{真}$.

210.【答案】（2）6 500 Ω

（3）9.0　7.0

（4）大

（5）保护电压表

【解析】（2）电阻箱的阻值为 $R=6\times1\ 000\ \Omega+5\times100\ \Omega=6\ 500\ \Omega$；

（3）图中纵轴截距为 0.25，图线斜率为 $k=\frac{0.50-0.25}{9}=\frac{1}{36}$，则纵轴截距与图线斜率的比值为$\frac{0.25}{\frac{1}{36}}=9.0$；电路中各用电器串联，由欧姆定律可知$\frac{E-U}{R_0+R}=\frac{U}{R_V}$，即$\frac{1}{U}=\frac{1}{ER_V}(R_0+R+R_V)$，所以纵截距为$\frac{R_0+R_V}{ER_V}$，斜率为$\frac{1}{ER_V}$，可得纵轴截距与图线斜率的比值为 $R_0+R_V=9.0$ kΩ，所以 $R_V=7.0$ kΩ.

（4）若有电源内阻，则 $r+R_0+R_V=9.0$ kΩ，则 $r+R_V=7.0$ kΩ，故用此法测得的电压表内阻偏大.

（5）定值电阻 R_0 的作用是保护电压表.

211.【答案】（1）由 $U-I$ 图象可得 $E=20$ V，$r=20\ \Omega$.

（2）当 R_3 的滑片自左向右滑时，R_3 阻值变小，电路总电阻变小，而总电流变大. 由此可知，图象上的 A、B 两点是滑片分别位于最左端和最右端时所得到的. 当滑片位于最右端时，$R_3=0$，R_1 被短路，外电路总电阻即为 R_2，则

$R_2=\frac{U_B}{I_B}\ \Omega=\frac{4}{0.8}\ \Omega=5\ \Omega$.

(3)当滑片在最左端时,其阻值最大,并对应着图象上的 A 点.

$R=\frac{U_A}{I_B}=\frac{1.6}{0.2}\ \Omega=80\ \Omega$

由外电路连接关系可得 $R=\frac{R_1R_3}{R_1+R_3}+R_2$

代入数值解得滑动变阻器的最大值 $R_3=300\ \Omega$.

【解析】 (1)由路端电压与电流图象即可求出电动势和内阻.

(2)根据滑动变阻器滑片在最右端时的电压、电流关系,求出定值电阻的大小.

(3)根据滑动变阻器滑片在最左端时的电压、电流关系,结合并联电路电阻的规律,求出滑动变阻器的最大阻值.

考点八 电阻定律

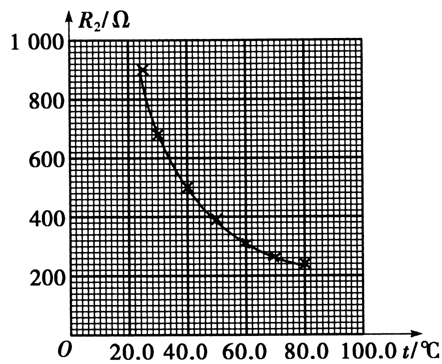
212.【答案】 C

【解析】 通过金属棒的电流为 $I=\frac{\Delta q}{\Delta t}=\frac{neSv\Delta t}{\Delta t}=neSv$,金属棒的电阻为 $R=\rho\frac{L}{S}$,由欧姆定律可知金属棒两端的电压 $U=IR=\rho nevL$,所以金属棒内的电场强度为 $E=\frac{U}{L}=\rho nev$,故 C 项正确.

综上所述,本题正确答案为 C.

本题的易错项为 B 项. 电场强度 $E=\frac{U}{L}$,而 $U=IR$,$R=\rho\frac{L}{S}$联立解得:$E=\rho nev$. 选项 B 中单位都不对,其单位是 $\frac{\text{kgm}^4}{\text{s}^2\text{C}}=\frac{\text{Nm}^3}{\text{C}}$,而$\frac{\text{N}}{\text{C}}$是电场强度的单位.

213.【答案】 (1)b (2)如图 (3)450 (4)620.0 33.0



【解析】 (1)题图(a)的电路滑动变阻器采用限流接法,在闭合 S_1 前,R_1 应该调节到接入电路部分的阻值最大,使电路中电流最小,即题图(a)中 R_1 的滑片应移到 b 端.

(2)将 $t=60$ ℃和 $t=70$ ℃对应的两组数据画在坐标图上,然后用平滑曲线过尽可能多的数据点画出 R_2-t 曲线.

(3)根据题述实验过程可知,测量的 R_2 的数据等于对应的热敏电阻 R_T 的阻值. 由画出的 R_2-t 曲线可知,当 $t=44.0$ ℃时,对应的 $R_T=450\ \Omega$.

(4)由画出的 R_2-t 曲线可知,当 $R_T=620.0\ \Omega$ 时,手心温度 $t=33.0$ ℃.

214.【答案】 (1)B 0.410 (2)7,9 断路 (3)电流表改为内接;测量多组电流和电压值,计算出电阻的平均值(或测量多组电流和电压值,用图象法求电阻值)

【解析】 (1)螺旋测微器读数时应先将锁紧装置锁紧,即旋紧 B. 螺旋测微器的示数为$(0+41.0\times0.01)$ mm $=0.410$ mm.

(2)电压表的示数不为零,电流表的示数几乎为零,说明连接两电表的电路是导通的. 而滑动变阻器几乎不起作用,说明线路电阻很大,故可判断 7,8,9 间断路.

(3)由题可知$\frac{R_A}{R_x}\approx0.005<\frac{R_x}{R_V}\approx0.019$,说明电流表的分压作用不显著,故可将电流表改为内接,并测出多组 U、I 值,求出 R_x 后,再取平均值作为实验结果.

215.【答案】 (1)15　35　(2)300　3 000　(3)c　闭合开关时,若电表指针偏转,则损坏的电阻是 R_1;若电表指针不动,则损坏的电阻是 R_2

【解析】 (1)设使用 a 和 b 两接线柱时,电表量程为 I_1,使用 a 和 c 两接线柱时,电表量程为 I_2,则

使用 a 和 b 时:$\frac{I_gR_g}{R_1+R_2}+I_g=I_1$　①

使用 a 和 c 时:$\frac{I_g(R_g+R_2)}{R_1}+I_g=I_2$　②

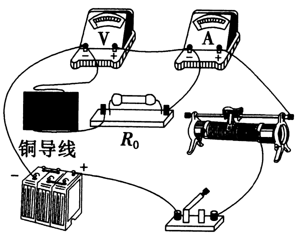
由①②两式可得 $R_1=15\ \Omega$,$R_2=35\ \Omega$.

(2)校准时电路中的总电阻的最小值为 $R_{小}=\frac{1.5}{3.0\times10^{-3}}\ \Omega=500\ \Omega$,总电阻的最大值为 $R_{大}=\frac{1.5}{0.5\times10^{-3}}\ \Omega=3\ 000\ \Omega$,故 R_0 选 300 Ω 的,R 选用最大阻值为 3 000 Ω 的滑动变阻器.

(3)d 接 b 时,R_1 和 R_2 串联,不论是 R_1 还是 R_2 损坏,电表都有示数且示数相同,故应将 d 接 c. 根据 d 接 c 时的电路连接情况可知:闭合开关,若电表指针偏转,则损坏的电阻是 R_1;若电表指针不动,则损坏的电阻是 R_2.

216.【答案】 (1)R_2　a

(2)如图所示



(3)2.30

(4)94

【解析】 (1)根据电阻的决定式:$R=\rho\frac{l}{S}$,代入数据解得铜导线电阻 R_x 约为 1.7 Ω;本实验采用限流法测电阻,所以滑动变阻器的最大阻值应为 R_0 和 R_x 总阻值的 4 倍以上,已知 $R_0=3\ \Omega$,所以滑动变阻器选 R_2;闭合开关 S 前应将滑片移至阻值最大处,即 a 处.

(2)根据实验电路图,连接实物图即可.

(3)电压表量程为 3 V,由图乙所示电压表可知,其分度值为 0.1 V,则电压表示数为2.30 V.

(4)由欧姆定律可得:$R_0+R_x=\frac{U}{I}=\frac{2.30}{0.5}\ \Omega=4.6\ \Omega$,$R_0=3\ \Omega$,则 $R_x=1.6\ \Omega$;根据电阻的决定式:$R=\rho\frac{l}{S}$可得:$l=\frac{R_xS}{\rho}$,代入数据得:$l=94$ m.

217.【答案】 (1)30.00　(2)$\frac{R_1R_2}{R}$　(3)14　(4)偏大

【解析】 (1)主尺读数为 30 mm,游标正对应 0 刻度线,所以读数为 30 mm + 0.05 × 0 = 30.00 mm.

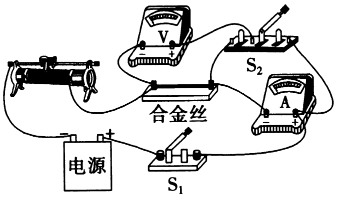
(2)V_1 示数和 V_2 示数相等,说明 R 和 R_1 分压相等,所以有$\frac{R}{R+R_2}=\frac{R_1}{R_1+R_x}$,于是可得 $R_x=\frac{R_1R_2}{R}$.

(3)电阻箱电阻 $R=2.0\times10^3\ \Omega$ 时,水柱的电阻为 $R_x=\frac{R_1R_2}{R}=4\ 000\ \Omega$,由电阻率的公式可得 $\rho=\frac{RS}{L}=4\ 000\times5.0\times\frac{0.03^2}{4}\pi\ \Omega\cdot m=14\ \Omega\cdot m$.

(4)当电压表 V_1 内阻不是很大的时候,电压表在电路中会分流,实际电路中的 R_1 阻值应为 R_1 与电压表并联后的阻值,即公式 $R_x=\frac{R_1R_2}{R}$中的 R_1 比实际的要大,所以 R_x 的计算结果会偏大.

218.【答案】 (1)$\frac{\pi RD^2}{4L}$　0.650

(2)如图所示



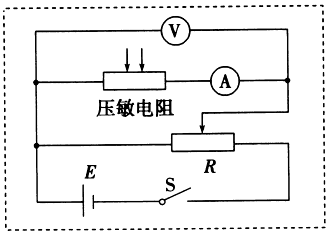
(3)b　2.9

【解析】 (1)螺旋测微器读数为:0.5 mm + 15.0 × 0.01 mm = 0.650 mm.

(2)结合电路图可连接实物图.

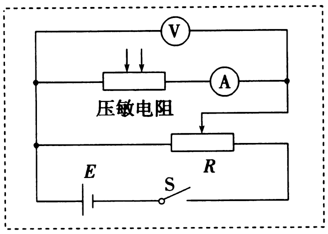
(3)易知电流表电阻较大、分压明显,故接 b 位置时更加准确,由此可得 $R_x=\frac{U_2}{I_2}=2.9\ \Omega$.

219.【答案】 (1)如图所示



(2)2.00　(3)1.5×10^3　0.60×10^2

【解析】 (1)如图所示,压敏电阻阻值远大于电流表内阻,所以电流表内接,滑动变阻器电阻远小于压敏电阻,电路中压敏电阻采用分压方式接入电路.



(2)电压表的最小刻度为 0.1 V,需估测到精确度的下一位,所以读数为 2.00 V.

(3)压敏电阻的阻值 $R=\frac{U}{I}\approx1.5\times10^3\ \Omega$,结合图 1,$\frac{R_0}{R_F}=4$,可知压力大小 $F=0.60\times10^2$ N.

220.【答案】 (1)10.0　b　(2)增大　(3)Y　(4)3.2　0.50

【解析】 (1)根据表盘示数和所选挡位可知读数为 10.0 Ω,与电流表的内阻大小接近,此时应选择电流表外接的连接方式,以免电流表分压带来较大误差.

(2)随着滑片 P 从左向右滑动,元件 X 和电流表两端的电压增大,由欧姆定律可知电流表的示数也增大.

(3)X 的图象是一条直线,为线性元件;Y 的图象为曲线,为非线性元件.

(4)由闭合电路欧姆定律有 $E=U_1+\frac{U_1}{R_V}r$,$E=U_2+\frac{U_2}{R_V}(r+R)$,代入已知条件计算可得电源的电动势 $E=3.2\ V$,内阻 $r=0.50\ \Omega$.

考点九　电阻的串、并联

221.【答案】 B

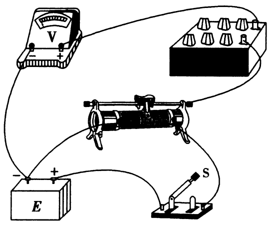
【解析】 小量程电流表改装成大量程电流表的方法是:给小量程电流表并联一个合适的小电阻. 因为改装后电流表的量程不同,故并联的小电阻的大小也不同,因此大量程电流表的整体电阻也不同,当改装后的两个大量程电流表并联时,因电阻不同,分流不同,因此示数不同;但图(a)中两个小量程电流表也相当于并联,因二者是相同的电流表,因此指针偏角相同,故 A 项错误,B 项正确. 图(b)中 A_1、A_2 串联在电路中,通过二者的电流相同,因此二者的示数相同;但是由于改装时并联的小电阻的阻值不同,因此原来的小量程电流表分得的电流大小不同,因而指针偏角不同,故 C、D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 B.

222.【答案】 C

【解析】 设电流表 A 的内阻为 R_A,用电流表 A 的表盘刻度表示流过接线柱 1 的电流值时,若将接线柱 1、2 接入电路,根据并联电路的特点,$(I_1-I_A)R_1=I_AR_A$,解得 $I_1=3I_A=0.06\ A$,则每一小格表示 0.06 A;若将接线柱 1、3 接入电路,则 $(I_2-I_A)R_1=I_AR_A$,解得 $I_2=3I_A=0.06\ A$,则每一小格表示 0.06 A. 选项 C 正确.

223.【答案】 (1)R_1　(2)连线如图所示　(3)2 520　(4)D

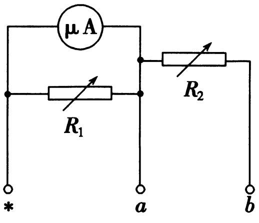


【解析】 (1)为了使电阻箱调节时,滑动变阻器分得的电压变化很小,分压电路中滑动变阻器的最大阻值越小越好,因此应选用 R_1.

(3)如果认为滑动变阻器分得的电压不变,则调节电阻箱后,电压表两端的电压为 2.00 V,电阻箱两端的电压为 0.5 V,根据串联电路的分压原理,$\frac{R_V}{R}=\frac{2.00}{0.5}$,求得电压表的内阻 $R_V=4\times630.0\ \Omega=2\ 520\ \Omega$.

(4)如果此电压表由一个表头与一个电阻串联组成,可知此表头的满偏电流为 $I_g=\frac{2.5\ V}{2\ 520\ \Omega}=1\ mA$,故 D 项正确.

224.【答案】 (1)如图所示　(2)100　2 910



【解析】 (1)微安表头改装成电流表需要并联一个小电阻,电流表改装成一个电压表需要串联一个大电阻,所以并联的电阻箱应为 R_1,串联的电阻箱应为 R_2,电路如答案图所示.

(2)微安表头改装成电流表需要并联一个小电阻 $R_1=\frac{I_g r_g}{I-I_g}=100\ \Omega$，电流表改装成一个电压表应串联一个大电阻 $R_2=\frac{U-I_g r_g}{I}=2\ 910\ \Omega$.

考点十　电源的电动势和内阻

225.【答案】 BC

【解析】 A、B项，电源总功率 $P_E=IE=\frac{E-U}{r}\cdot E=-\frac{E}{r}\cdot U+\frac{E^2}{r}$，随路端电压变化图象是直线即图线 a，$\frac{E}{r}=3$，$\frac{E^2}{r}=9$，所以 $E=3\ \text{V}$，$r=1\ \Omega$；电源内阻发热功率 $P_r=\frac{(E-U)^2}{r}$，随路端电压变化的图象是不过原点且开口向上的抛物线即图线 b，故A项错误，B项正确. C项，外电阻功率 $P_R=P_E-P_r$，随路端电压变化图象是图线 c，故C项正确. D项，由图象可知路端电压为1.5 V时输出功率最大，外电路电阻为1.5 Ω时，$I=\frac{1.5}{1.5}\ \text{A}=1\ \text{A}$，$P_R=P_E-P_r=EI-I^2r<2.25\ \text{W}$，互相矛盾，故D项错误. 综上所述，本题正确答案为BC.

226.【答案】 ACD

【解析】 电流表测的是干路电流，V_1 测的是 R 两端的电压，V_3 测的是滑动变阻器两端的电压，V_2 测的是路端电压.

滑片向下滑动，总电阻变小，总电流增大，A的示数增大，故A项正确. 根据A项分析得出总电流增大，内电阻分压增大，所以路端电压减小，即 V_2 示数减小，故B项错误. 路端电压的减小量等于内电阻分压的增量，所以 $r=\frac{\Delta V_2}{\Delta I}$，$R=\frac{\Delta V_1}{\Delta I}$，因为 $\Delta V_3-\Delta V_1=\Delta V_2$，所以 $\frac{\Delta V_3}{\Delta I}=r+R$，故C项正确. 因为 $\Delta V_1=\Delta IR$，$\Delta V_2=\Delta Ir$，因为 $R>r$，所以 $\Delta V_1>\Delta V_2$，故D项正确. 综上所述，本题正确答案为ACD.

227.【答案】 (1)$\frac{1}{I}=\frac{3}{E}R+\frac{3}{E}(5+r)$　(2)①0.110　②9.09　(3)见解析图　1.0(或在0.96~1.04之间)　6.0(或在5.9~6.1之间)　(4)3.0(或在2.7~3.3之间)　1.0(或在0.6~1.4之间)

【解析】 (1)根据闭合电路欧姆定律可知：

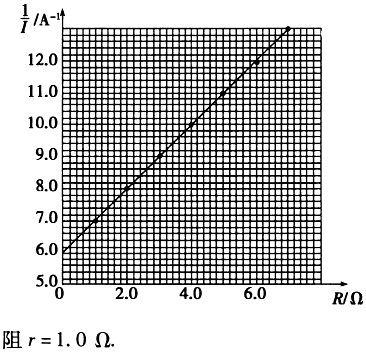
$$E=IR_A+\left(I+\frac{IR_A}{R_1}\right)(R+R_0+r)$$

将 $R_0=3.0\ \Omega$，$R_1=3.0\ \Omega$，$R_A=6.0\ \Omega$ 代入上式得 $\frac{1}{I}=\frac{3}{E}R+\frac{3}{E}(5+r)$.

(2)从读数上，有效数字要一致，即读数是0.110 A，倒数是9.09 A^{-1}.

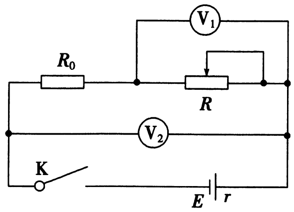
(3)由 $\frac{1}{I}-R$ 关系式可知 $k=\frac{3}{E}$，截距 $b=\frac{3}{E}(5+r)$；由给出的数据作出图象，连线时尽可能使多的点在同一直线上，不在直线上的点要均匀分布在直线两侧.

由图象可知，$k=1.0\ \text{A}^{-1}\cdot\Omega^{-1}$，$b=6.0\ \text{A}^{-1}$.



(4)电源电动势 $E=3.0\ \text{V}$，电源内阻 $r=1.0\ \Omega$.

228.【答案】（1）如图所示



（2）$\frac{U_{20}-U_{10}}{U_{10}}R_m$

（3）$\frac{ka}{k-1}$　$\frac{R_0}{k-1}$

【解析】（1）根据实物连接图按规范要求作图即可.

（2）设通过滑动变阻器的电流为 I，对于定值电阻和滑动变阻器根据欧姆定律有 $I(R_0+R_m)=U_{20}$，只对滑动变阻器使用欧姆定律有 $IR_m=U_{10}$，联立解得 $R_0=\frac{U_{20}-U_{10}}{U_{10}}R_m$.

（3）设电路中电流为 I，根据闭合电路欧姆定律有 $E=U_2+Ir$，对定值电阻根据欧姆定律有 $U_2-U_1=IR_0$，所以可得 $U_1=\left(1+\frac{R_0}{r}\right)U_2-\frac{R_0}{r}E$；则有：$k=1+\frac{R_0}{r}$，$\left(1+\frac{R_0}{r}\right)a-\frac{R_0}{r}E=0$，联立解得 $E=\frac{ka}{(k-1)}$，$r=\frac{R_0}{(k-1)}$.

229.【答案】（1）将 S_2 切换到 b　$\frac{U_2-U_1}{U_1}R_0$

（2）1.43　1.20

【解析】（1）将 S_2 切换到 a，则电压表测量的是电阻箱 R 两端的电压，当切换到 b 时，电压表测量的是 R 和 R_1 两端的电压，由闭合电路的欧姆定律 $U_2=I(R_0+R_1)$，$U_1=IR_0$，解得：$R_1=\frac{U_2-U_1}{U_1}R_0$.

（2）电阻箱两端的电压 $U=\frac{E}{R+R_1+R_2}R$，则 $\frac{1}{U}=\frac{1}{E}+\frac{(R_1+R_2)}{E}\frac{1}{R}$，根据纵轴截距和斜率即可求出电动势 E 和电阻 R_2.

考点十一　电功率　焦耳定律

230.【答案】 AD

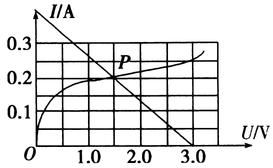
【解析】 电热丝和电动机并联，两端电压 220 V，吹热风和吹冷风状态下电动机功率相等，$P_M=120$ W，所以电热丝电阻的功率 $P_R=1\,000\text{ W}-120\text{ W}=880\text{ W}=\frac{U^2}{R}$ 推出 $R=55\ \Omega$，故 A 项正确，B 项错误. 当电吹风吹热风时，电热丝功率为 $P_R=880\text{ W}=880\text{ J/s}$，电热丝每秒消耗电能 880 J，电动机消耗功率 $P_M=120\text{ W}=120\text{ J/s}$，即每秒消耗 120 J 的电能，故 C 项错误，D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 AD.

231.【答案】 CD

【解析】 A、B 项，L_1 两端的电压为 3.0 V，由图乙可知 L_1 的电流为 0.25 A，则由欧姆定律可得 L_1 的电阻为 $\frac{3.0\text{ V}}{0.25\text{ A}}=12\ \Omega$，消耗的功率为 $3.0\text{ V}\times0.25\text{ A}=0.75\text{ W}$，故 A、B 项错误.

C、D 项，由电路图可得 L_2 的电压与电流关系为 $U=3.0-7.5I$，在小灯泡的伏安特性曲线上画出该电压电流关系，如图所示，则交点为 $P(1.5\text{ V},0.2\text{ A})$，则由欧姆定律可得 L_2 的电阻为 $\frac{1.5\text{ V}}{0.2\text{ A}}=7.5\ \Omega$，消耗的功率为 $1.5\text{ V}\times0.2\text{ A}=0.3\text{ W}$，故 C、D 项正确.



综上所述,本题正确答案为 CD.

232.【答案】 B

【解析】 高压钠灯和 LED 灯的功率差为 220 W,则一个月可节省电能为 $E=4\ 000\times220\ \text{W}\times30\times12\ \text{h}\approx3\times10^5\text{kW}\cdot\text{h}$,故 B 项正确.

综上所述,本题正确答案为 B.

考点十二　磁场　磁感应强度　磁感线

233.【答案】 BD

【解析】 根据右手螺旋定则,判断出 MN 直线处磁场的方向,然后根据左手定则判断洛伦兹力大小和方向的变化,明确了受力情况,即可明确运动情况.

根据右手螺旋定则,可知 MO 上任意一点的磁场方向垂直于 MN 向里,ON 上任意一点的磁场方向垂直于 MN 向外,磁场大小先减小过 O 点后反向增大,根据左手定则可知,带正电的小球受到的洛伦兹力方向,开始向上,过 O 点后洛伦兹力方向向下. 由此可知,小球将做匀速直线运动,小球对桌面的压力一直在增大,故 A、C 项错误,B、D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 BD.

234.【答案】 D

【解析】 以帆板为参照物,帆船具有朝正东方向的速度 v 和朝正北方向的速度 v,两速度的合速度大小为$\sqrt{2}v$,方向朝北偏东 45°,故选项 D 正确.

考点十三　安培力及其方向

235.【答案】 A

【解析】 A 项,因 a 板与电容器相连,故只需使 a 板带电即可,故 A 项正确;B 项,根据公式,$C=\frac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$,$U=\frac{Q}{C}$,依题意 S 减小,C 减小,U 增大,所以张角变大,故 B 项错误;C 项,ε_r 增大,C 增大,U 减小,所以张角变小,故 C 项错误;D 项,C 与 Q 无关,由 ε_r、S、d 决定,Q 变大,C 不变,U 增大,故 D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 A.

236.【答案】 BCD

【解析】 根据楞次定律、法拉第电磁感应定律、闭合电路欧姆定律和安培力公式解决问题.

根据直线电流产生磁场的分布情况可知,M 区的磁场方向垂直纸面向外,N 区的磁场方向垂直纸面向里,离导线越远,磁感应强度越小. 当导体棒匀速通过 M、N 两区时,感应电流的效果总是反抗引起感应电流的原因,故导体棒在 M、N 两区运动时,受到的安培力均向左,故选项 A 错误,选项 B 正确;导体棒在 M 区运动时,磁感应强度 B 变大,根据 $E=Blv$,$I=\frac{E}{R}$及 $F=BIl$ 可知,F_M 逐渐变大,故选项 C 正确;导体棒在 N 区运动时,磁感应强度 B 变小,根据 $E=Blv$,$I=\frac{E}{R}$及 $F=BIl$ 可知,F_N 逐渐变小,故选项 D 正确.

237.【答案】 AC

【解析】 由对称性可知,流经 L_1 的电流在 a、b 两点产生的磁感应强度大小相等,设为 B_1,流经 L_2 的电流在 a、b 两点产生的磁感应强度大小相等但方向相反,设其大小为 B_2,由磁场叠加原理有 $B_0-B_1-B_2=\frac{1}{3}B_0$,$B_0-B_1+B_2=\frac{1}{2}B_0$,联立解得 $B_1=\frac{7}{12}B_0$,$B_2=\frac{1}{12}B_0$,所以 A、C 正确.

238.【答案】 BC

【解析】 A 项,导体棒向右匀速运动时,切割磁感线产生的感应电流大小不变,所以螺线管产生的磁场恒定,穿过 c 的磁通量不变,c 中没有感应电流,不会受到安培力的作用,所以不会被螺线管吸引,故 A 项错误.

B 项,导体棒向左做减速运动时,根据右手定则可判断出,感应电流由 b 流向 a 且不断变小,所以螺线管产生的磁场减小,穿过 c 的磁通量减小,根据楞次定律,c 的运动方向应该阻止磁通量的减小,可判断出线圈 c 被螺线管吸引,故 B 项正确.

C 项,导体棒向右做减速运动时,根据右手定则可判断出,感应电流由 a 流向 b 且不断变小,所以螺线管产生的磁场减小,穿过 c 的磁通量减小,根据楞次定律,c 的运动方向应该阻止磁通量的减小,可判断出线圈 c 被螺线管吸引,故 C 项正确.

D 项,导体棒向右做加速运动时,根据右手定则可判断出,感应电流由 a 流向 b 且不断变大,所以螺线管产生的磁场增强,穿过 c 的磁通量增大,根据楞次定律,c 的运动方向应该阻止磁通量的增大,可判断出线圈 c 被螺线管排斥,故 D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 BC.

239.【答案】 C

【解析】 条形磁铁在 A 处的磁感线方向是斜向左下,由左手定则可知,导线受到的安培力斜向右下且与斜面不垂直,磁铁受到斜向左上的反作用力,该力分解有沿斜面向下的分力和垂直于斜面向上的分力,所以 $F_{N1}>F_{N2}$,且弹簧伸长量变大,故 C 项正确.

综上所述,本题正确答案为 C.

240.【答案】 BC

【解析】 A、B 项,将环形导线分割成无限个小段,每一小段看成直导线,则根据左手定则,则电流顺时针时,导线的安培力垂直纸面向外,故 A 项错误,B 项正确.

C、D 项,当电流逆时针时,根据左手定则可知安培力垂直纸面向里,故 C 项正确,D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 BC.

241.【答案】 (1)垂直于导轨平面向下.

(2)电容器完全充电后,两极板间电压为 E,当开关 S 接 2 时,电容器放电,设刚放电时流经 MN 的电流为 I,有

$I=\frac{E}{R}$ ①

设 MN 受到的安培力为 F,有 $F=BIl$ ②

由牛顿第二定律,有 $F=ma$ ③

联立①②③式得 $a=\frac{BlE}{mR}$. ④

(3)当电容器充电完毕时,设电容器上电量为 Q_0,有 $Q_0=CE$ ⑤

开关 S 接 2 后,MN 开始向右加速运动,速度达到最大值 v_{max} 时,设 MN 上的感应电动势为 E',有 $E'=Blv_{max}$ ⑥

依题意有 $E'=\frac{Q}{C}$ ⑦

设在此过程中 MN 的平均电流为 $\bar{I}$，MN 上受到的平均安培力为 $\bar{F}$，

有 $\bar{F}=\bar{I}lB$ ⑧

由动量定理，有 $\bar{F}\Delta t=mv_{max}-0$ ⑨

又 $\bar{I}\Delta t=Q_0-Q$ ⑩

联立⑤⑥⑦⑧⑨⑩式得 $Q=\dfrac{B^2l^2C^2E}{m+B^2l^2C}$.

【解析】 (1)由题意可知，MN 所受的安培力可以使其水平向右运动，因此可以判断出安培力的方向向右. 而 MN 中的电流方向为从 M 到 N，因此根据左手定则，即可判断磁场方向为垂直于导轨平面向下.

(2)对 MN 列出牛顿第二定律方程，再结合安培力公式和欧姆定律可求出其加速度.

(3)当 MN 达到最大速度时，也就是它受力平衡时，此时电容器两极板间的电压等于 MN 的感应电动势. 根据两者电压相等，可以列出方程. 为了进一步表示 MN 所产生的感应电动势，故通过对整个过程中的平均安培力列出动量定理方程，并列出平均电流与时间之积为这个过程中损失的电荷量方程，联立即可求解.

考点十四 带电粒子在匀强磁场中的运动

242.【答案】 C

【解析】 A 项，当电场、磁场方向变化时会引起 $F_{电}$ 和 $f_{洛}$ 方向变化，当 $F_{电}$ 和 $f_{洛}$ 同向时，不能完成题中所述的两类运动，故 A 项错误；B 项，当电场、磁场大小变化时会引起 $F_{电}$ 和 $f_{洛}$ 大小不等，故 B 项错误；C 项，电场、磁场均存在时做匀速直线运动，则有：$qE=qvB$，可以得出 $E=vB$，即与 q 无关，故 C 项正确；D 项，当 v 变化时 $f_{洛}$ 大小变化引起 $f_{洛}\neq F_{电}$，故 D 项错误. 综上所述，本题正确答案为 C.

243.【答案】 D

【解析】 设带电粒子在 P 点时初速度为 v_1，从 Q 点穿过铝板后速度为 v_2，则 $E_{k1}=\frac{1}{2}mv_1^2$，$E_{k2}=\frac{1}{2}mv_2^2$，由题意可知 $E_{k1}=2E_{k2}$，即 $\frac{1}{2}mv_1^2=mv_2^2$，则 $\frac{v_1}{v_2}=\frac{\sqrt{2}}{1}$. 由洛伦兹力提供向心力，即 $qvB=\frac{mv^2}{R}$，得 $R=\frac{mv}{qB}$，由题意可知 $\frac{R_1}{R_2}=\frac{2}{1}$，所以 $\frac{B_1}{B_2}=\frac{v_1R_2}{v_2R_1}=\frac{\sqrt{2}}{2}$，故选项 D 正确.

244.【答案】 AD

【解析】 A、B 项，使用牛顿第二定律，对系统有 $F=(M+m)a$，对滑块有 $f=ma$，代入数据解得 $a=2\ \text{m/s}^2$，$f=0.2\ \text{N}$；$f<f_{max}=\mu mg=0.5\ \text{N}$，所以一开始木板与滑块无相对滑动，二者以 $2\ \text{m/s}^2$ 匀加速直线运动，木板与滑块之间的摩擦力为静摩擦力，且 f 保持 0.2 N. 随着滑块速度增大，其受到向上的洛伦兹力增大，使其对木板压力减小，导致物块与木板之间的摩擦力小于 0.2 N，于是木板与滑块相对滑动；此时再对滑块进行受力分析可知，当木板与滑块之间恰好相对滑动时，滑块对木板压力减小为 $N=\frac{f}{\mu}=\frac{0.2}{0.5}\ \text{N}=0.4\ \text{N}$，此时由 $mg=N+F_{洛伦兹}$ 解得洛伦兹力 $F_{洛伦兹}=0.6\ \text{N}$，所以由 $F_{洛伦兹}=qvB$ 解得滑块的速度为 6 m/s，即当滑块速度小于 6 m/s 时，滑块会和木板一起做加速度为 $2\ \text{m/s}^2$ 的匀加速运动；当滑块速度大于 6 m/s 时，滑块受到的摩擦力会小于 0.2 N 并逐渐减小，此时滑块会做加速度减小的加速运动；当 $qBv=mg$ 时，解得速度 $v=10\ \text{m/s}$，滑块与木板之间没有压力，则滑块受到的摩擦力为零，此时滑块在水平方向上不受力，最后会做 10 m/s 的匀速直线运动，故 A 项正确，B 项错误.

C 项,由 A、B 项分析可知滑块的速度为 6 m/s 时,滑块开始做加速度减小的加速运动,故 C 项错误.

D 项,由 A、B 项分析可知当速度达到 10 m/s 时,滑块受到的洛伦兹力与重力平衡,滑块受到的摩擦力减小为零,此时滑块在水平方向上不受力,因此最后会做匀速直线运动,故 D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 AD.

245.【答案】 D

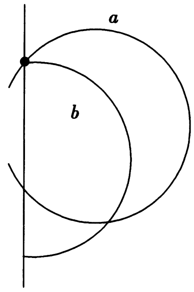
【解析】 根据动量守恒定律,原子核发生 β 衰变后产生的新核与电子的动量大小相等,设为 p. 根据 $qvB=\frac{mv^2}{r}$,得轨道半径 $r=\frac{mv}{qB}=\frac{p}{qB}$,故电子的轨迹半径较大,即轨迹 1 是电子的, 轨迹 2 是新核的. 根据左手定则,可知磁场方向垂直纸面向里. 选项 D 正确.

246.【答案】 C

【解析】 根据法拉第电磁感应定律可得,感应电动势 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=n\frac{(B_2-B_1)S}{t_2-t_1}$,由楞次定律和右手螺旋定则可判断 b 点电势高于 a 点电势,因磁场均匀变化,所以感应电动势恒定,因此 a、b 两点电势差恒为 $\varphi_a-\varphi_b=-n\frac{(B_2-B_1)S}{t_2-t_1}$,选项 C 正确.

247.【答案】 AD

【解析】 根据题意可知,粒子运动的轨迹如图所示



A 项,根据左手定则可知,a、b 均带正电,故 A 项正确.

B、C 项,由 $R=\frac{mv}{qB}$可知,两粒子运动轨迹半径相同,因为速度大小相同,根据轨迹图象可知 a 在磁场中的飞行时间和路程都比 b 长,故 B、C 项错误.

D 项,根据轨迹图象可知 a 在 P 上的落点与 O 点的距离比 b 的近,故 D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 AD.

248.【答案】 AD

【解析】 A 项,由带正电的粒子在 MN 板间受到向右的电场力加速运动可知,极板 M 比极板 N 电势高,故 A 项正确.

B 项,由动能定理有,粒子加速过程的末速度满足 $Uq=\frac{1}{2}mv^2$;又由粒子在静电分析器中沿中心线做匀速圆周运动可知,此时粒子所受电场力恰好提供向心力,$Eq=m\frac{v^2}{R}$,联立可得加速电场的电压 $U=\frac{ER}{2}$,故 B 项错误.

C 项,由洛伦兹力提供向心力有 $qvB=m\frac{v^2}{r}$,结合 B 项中的结果可得粒子在磁场中的轨迹半径 $r=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{mER}{q}}$,所以 $PQ=\frac{2}{B}\sqrt{\frac{mER}{q}}$,故 C 项错误.

D 项,由 C 项的结果可知,若一群离子从静止开始经过上述过程都落在胶片上同一点,B、E、R 保持不变,则该群离子具有相同的比荷,故 D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 AD.

249.【答案】 A

【解析】 带电粒子在导体板间的电场中做类平抛运动，设粒子射出电场时的水平速度为 $v_{/\!/}$，竖直速度为 $v_{\perp}$；带电粒子在磁场中做匀速圆周运动，轨道半径 $r=\dfrac{mv}{Bq}$，$v=\sqrt{v_{/\!/}^2+v_{\perp}^2}$，根据几何关系得 M、N 两点间的距离为 $d=2r\cos\theta$，而 $\cos\theta=\dfrac{v_{/\!/}}{v}$，联立上述方程解得 $d=\dfrac{2mv_{/\!/}}{Bq}$，水平速度 $v_{/\!/}$ 只与加速电压 U_1 有关，与 U_2 无关，故 A 项正确.

综上所述，本题正确答案为 A.

250.【答案】 AB

【解析】 A 项，电场力等于洛伦兹力，即 $\dfrac{qU}{L}=qvB$，解得 $U=BLv$，故 A 项正确.

B 项，闭合开关 K 后，若回路中有稳定的电流 I，那么极板间的电压 $U=BLv$，则极板间电场 $E=\dfrac{BLv}{L}=Bv$，大小恒定，故 B 项正确.

C 项，闭合开关 K 后，若回路中有稳定的电流 I，电阻消耗的热功率为 $P=UI=BLvI$，故 C 项错误.

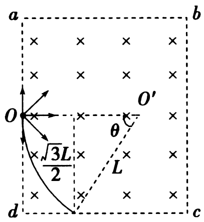
D 项，闭合开关 K 后，若回路中有稳定的电流 I，电路消耗的能量源于正、负带电粒子向两极运动过程中正负电荷之间电场力做负功而减小的动能，而洛伦兹力与粒子运动方向垂直不做功，故 D 项错误.

综上所述，本题正确答案为 AB.

251.【答案】 D

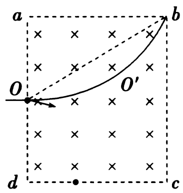
【解析】 A 项，粒子从 cd 边离开磁场，则粒子向 bc 边偏转，根据左手定则，粒子带正电，故 A 项错误.

B、C 项，



由几何关系可得，Od 方向射入的粒子运动的角度 $\theta=\arcsin\dfrac{\frac{\sqrt{3}L}{2}}{L}=60°$，所以粒子的周期为 $6t_0$，由 $Bqv=m\dfrac{2\pi}{T}v$ 得 $\dfrac{q}{m}=\dfrac{2\pi}{BT}=\dfrac{\pi}{3Bt_0}$，故 B、C 项错误.

D 项，当粒子轨迹与 bc 边相切且从 b 点处射出时，在磁场中运动的时间最长，



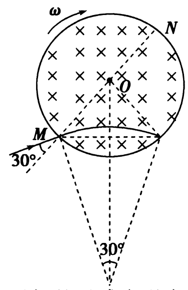
此时运动的角度 $\theta'=\dfrac{\pi}{2}+\arcsin\dfrac{L/2}{L}=120°=2\theta$，因此最大运动时间 $t_m=2t_0$，故 D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 D.

本题的易错项为 B 项. 沿 Od 方向射入的粒子在磁场中的运动轨迹如上图所示，$Od=\dfrac{\sqrt{3}}{2}L$，而圆弧的轨道半径为 L，所以该段圆弧所对应的圆心角 $\sin\theta=\dfrac{\sqrt{3}}{2}$，即圆心角 $\theta=60°$，所以 $t_0=\dfrac{T}{6}=\dfrac{\pi m}{3qB}$，粒子的比荷 $\dfrac{q}{m}=\dfrac{2\pi}{BT}=\dfrac{\pi}{3Bt_0}$.

252.【答案】 A

【解析】 由题可知,粒子在磁场中做圆周运动的轨迹如图所示,由几何关系可知,粒子在磁场中做圆周运动的圆弧所对的圆心角为30°,因此粒子在磁场中运动的时间为$t=\frac{1}{12}\times\frac{2\pi m}{qB}$,粒子在磁场中运动的时间与筒转过90°所用的时间相等,即$\frac{\pi m}{6qB}=\frac{1}{4}\times\frac{2\pi}{\omega}$,求得$\frac{q}{m}=\frac{\omega}{3B}$,A 项正确.



253.【答案】 见解析

【解析】 (1)设甲种离子所带电荷量为q_1、质量为m_1,在磁场中做匀速圆周运动的半径为R_1,磁场的磁感应强度大小为B,由动能定理有

$q_1U=\frac{1}{2}m_1v_1^2$ ①

由洛伦兹力公式和牛顿第二定律有 $q_1v_1B=m_1\frac{v_1^2}{R_1}$ ②

由几何关系知 $2R_1=l$ ③

由①②③式得 $B=\frac{4U}{lv_1}$. ④

(2)设乙种离子所带电荷量为q_2、质量为m_2,射入磁场的速度为v_2,在磁场中做匀速圆周运动的半径为R_2. 同理有

$q_2U=\frac{1}{2}m_2v_2^2$ ⑤

$q_2v_2B=m_2\frac{v_2^2}{R_2}$ ⑥

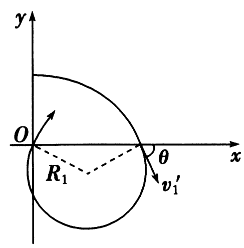
由题给条件有 $2R_2=\frac{l}{2}$ ⑦

由①②③⑤⑥⑦式得,甲、乙两种离子的比荷之比为

$\frac{q_1}{m_1}:\frac{q_2}{m_2}=1:4$. ⑧

254.【答案】 见解析

【解析】 (1)$^1_1$H 在电场中做类平抛运动,在磁场中做圆周运动,运动轨迹如图所示. 设$^1_1$H 在电场中的加速度大小为a_1,初速度大小为v_1,它在电场中的运动时间为t_1,第一次进入磁场的位置到原点O的距离为s_1. 由运动学公式有



$s_1=v_1t_1$ ①

$h=\frac{1}{2}a_1t_1^2$ ②

由题给条件,$^1_1$H 进入磁场时速度的方向与x轴正方向夹角$\theta_1=60°$. $^1_1$H 进入磁场时速度的y分量的大小为

$a_1t_1=v_1\tan\theta_1$ ③

联立以上各式得

$s_1=\frac{2\sqrt{3}}{3}h$. ④

(2)$_1^1$H 在电场中运动时,由牛顿第二定律有

$$qE = ma_1 \quad ⑤$$

设$_1^1$H 进入磁场时速度的大小为 v'_1,由速度合成法则有

$$v'_1 = \sqrt{v_1^2 + (a_1 t_1)^2} \quad ⑥$$

设磁感应强度大小为 B,$_1^1$H 在磁场中运动的圆轨道半径为 R_1,由洛伦兹力公式和牛顿第二定律有

$$qv'_1 B = \frac{mv'^2_1}{R_1} \quad ⑦$$

由几何关系得

$$s_1 = 2R_1 \sin\theta_1 \quad ⑧$$

联立以上各式得

$$B = \sqrt{\frac{6mE}{qh}}. \quad ⑨$$

(3)设$_1^2$H 在电场中沿 x 轴正方向射出的速度大小为 v_2,在电场中的加速度大小为 a_2,由题给条件得

$$\frac{1}{2}(2m)v_2^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 \quad ⑩$$

由牛顿第二定律得

$$qE = 2ma_2 \quad ⑪$$

设$_1^2$H 第一次射入磁场时的速度大小为 v'_2,速度的方向与 x 轴正方向夹角为 θ_2,入射点到原点的距离为 s_2,在电场中运动的时间为 t_2. 由运动学公式有

$$s_2 = v_2 t_2 \quad ⑫$$

$$h = \frac{1}{2}a_2 t_2^2 \quad ⑬$$

$$v'_2 = \sqrt{v_2^2 + (a_2 t_2)^2} \quad ⑭$$

$$\sin\theta_2 = \frac{a_2 t_2}{v'_2} \quad ⑮$$

联立以上各式得

$$s_2 = s_1, \theta_2 = \theta_1, v'_2 = \frac{\sqrt{2}}{2}v'_1 \quad ⑯$$

设$_1^2$H 在磁场中做圆周运动的半径为 R_2,由⑦⑯式及粒子在匀强磁场中做圆周运动的半径公式得

$$R_2 = \frac{(2m)v'_2}{qB} = \sqrt{2}R_1 \quad ⑰$$

所以出射点在原点左侧. 设$_1^2$H 进入磁场的入射点到第一次离开磁场的出射点的距离为 s'_2,由几何关系有

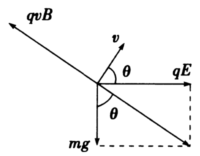
$$s'_2 = 2R_2 \sin\theta_2 \quad ⑱$$

联立④⑧⑯⑰⑱式得,$_1^2$H 第一次离开磁场时的位置到原点 O 的距离为

$$s'_2 - s_2 = \frac{2\sqrt{3}}{3}(\sqrt{2}-1)h. \quad ⑲$$

255.【答案】 (1)20 m/s　速度 v 的方向斜向右上方,与电场 E 的方向之间的夹角 $\theta = 60°$　(2)3.5 s

【解析】 (1)小球匀速直线运动时受力如图所示,其所受的三个力在同一平面内,合力为零,则



$qvB=\sqrt{q^2E^2+m^2g^2}$ ①

代入数据解得 $v=20\ \text{m/s}$. ②

速度 v 的方向斜向右上方，与电场 E 的方向之间的夹角 θ 满足 $\tan\theta=\frac{qE}{mg}$ ③

代入数据解得 $\tan\theta=\sqrt{3}$，$\theta=60°$. ④

(2)**解法一：**撤去磁场，小球在重力与电场力的合力作用下做类平抛运动，设其加速度为 a，有 $a=\frac{\sqrt{q^2E^2+m^2g^2}}{m}$ ⑤

设撤去磁场后小球在初速度方向上的分位移为 x，有 $x=vt$ ⑥

设小球在重力与电场力的合力方向上分位移为 y，有 $y=\frac{1}{2}at^2$ ⑦

a 与 mg 的夹角和 v 与 E 的夹角相同，均为 θ，又 $\tan\theta=\frac{y}{x}$ ⑧

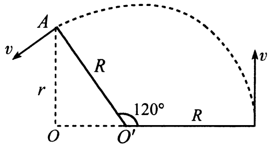
联立④⑤⑥⑦⑧式，代入数据解得 $t=2\sqrt{3}\ \text{s}\approx3.5\ \text{s}$. ⑨

解法二：撤去磁场后，由于电场力垂直于竖直方向，它对竖直方向的分运动没有影响，以 P 点为坐标原点，竖直向上为正方向，小球在竖直方向上做匀减速运动，其初速度为 $v_y=v\sin\theta$ ⑤

若使小球再次经过 P 点所在的电场线，仅需小球的竖直方向上分位移为零，则有 $v_yt-\frac{1}{2}gt^2=0$ ⑥

联立④⑤⑥式，代入数据解得 $t=2\sqrt{3}\ \text{s}\approx3.5\ \text{s}$. ⑦

256.【答案】 (1)带电粒子以 v 进入磁场经 $\frac{1}{3}T$ 的时间从内圆最高 A 点处进入电场

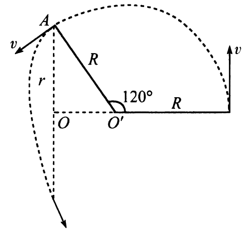


在磁场中，洛伦兹力提供向心力，有 $qvB=\frac{mv^2}{R}$

根据几何关系可知 $R=\frac{2\sqrt{3}r}{3}$

联立两式得 $v=\frac{2\sqrt{3}rqB}{3m}$；

(2)由几何关系可知带电粒子进入电场做类平抛运动



有 $2r\cos60°=vt$，$2r\sin60°=\frac{1}{2}at^2$

$a=\frac{qE}{m}$

由(1)得 $v=\frac{2\sqrt{3}rqB}{3m}$

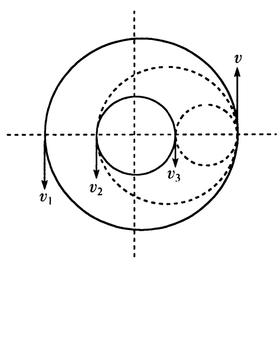
联立以上式子解得 $E=\frac{8\sqrt{3}B^2qr}{3m}$；

(3)带电粒子经加速电场获得一定动能进入磁场，根据动能定理得 $qU=\frac{1}{2}mv^2$

在磁场中，洛伦兹力提供向心力，有 $qvB=\frac{mv^2}{R}$

则 $U=\frac{qB^2R^2}{2m}$

使该粒子不进入电场并在磁场中做完整的圆周运动，经分析 R 有三种临界值，轨迹分别如图所示



①当 $R_1=\sqrt{3}r$ 时，$v_1=\frac{\sqrt{3}rqB}{m}$，$U_1=\frac{3qB^2r^2}{2m}$

②当 $R_2=\frac{\sqrt{3}+1}{2}r$ 时，$v_2=\frac{(\sqrt{3}+1)rqB}{2m}$，$U_2=\frac{(\sqrt{3}+2)qB^2r^2}{4m}$

③当 $R_3=\frac{\sqrt{3}-1}{2}r$ 时，$v_3=\frac{(\sqrt{3}-1)qBr}{2m}$，$U_3=\frac{(2-\sqrt{3})B^2qr^2}{4m}$

所以加速电压的取值范围为：

$0<U\leqslant\frac{(2-\sqrt{3})B^2qr^2}{4m}$ 和 $\frac{(\sqrt{3}+2)qB^2r^2}{4m}\leqslant U\leqslant\frac{3qB^2r^2}{2m}$.

【解析】 问题求解：

(1)根据几何关系求出粒子在磁场中的半径，然后再根据洛伦兹力提供向心力列公式即可求解该粒子从 A 处进入电场时的速率.

(2)由几何关系可知带电粒子进入电场做类平抛运动，根据类平抛运动公式求解即可.

(3)带电粒子经加速电场获得一定动能进入磁场，根据动能定理和洛伦兹力提供向心力列公式可求出加速电压与粒子在磁场中运动轨迹半径的关系. 使该粒子不进入电场并在磁场中做完整的圆周运动，经分析 R 有三种临界值，分别是与外圆的圆周轨迹重合，与内圆的左边界相切，与内圆的右边界相切，运用几何关系依次算出轨迹半径进而求出相对应的加速电压值，最后即可求得加速电压的取值范围.

257.【答案】 (1) $\frac{mv^2}{qd}$ (2) $\frac{4mv}{qD}$ 或 $\frac{4mv}{3qD}$ (3) $5.5\pi D$

【解析】 (1)设极板间电场强度的大小为 E，对粒子在电场中的加速运动，由动能定理可得

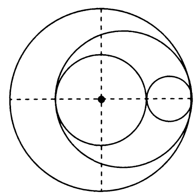
$qE\frac{d}{2}=\frac{1}{2}mv^2$ ①

由①式可得

$E=\frac{mv^2}{qd}$. ②

(2)设Ⅰ区磁感应强度的大小为 B，粒子做圆周运动的半径为 R，由牛顿第二定律可得

$qvB=m\frac{v^2}{R}$ ③



甲

如图甲所示，粒子运动轨迹与小圆相切有两种情况. 若粒子轨迹与小圆外切，由几何关系可得

$R=\frac{D}{4}$ ④

联立③④式可得

$B=\frac{4mv}{qD}$ ⑤

若粒子轨迹与小圆内切，由几何关系可得

$R=\frac{3D}{4}$ ⑥

联立③⑥式可得

$B=\frac{4mv}{3qD}$. ⑦

(3)设粒子在Ⅰ区和Ⅱ区做圆周运动的半径分别为 R_1 和 R_2，由题意可知，Ⅰ区和Ⅱ区磁感应强度的大小分别为 $B_1=\frac{2mv}{qD}$、$B_2=\frac{4mv}{qD}$，由牛顿第二定律可得

$qvB_1=m\frac{v^2}{R_1}$，$qvB_2=m\frac{v^2}{R_2}$ ⑧

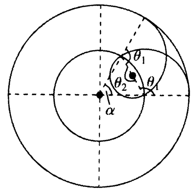
代入数据得

$R_1=\frac{D}{2}$，$R_2=\frac{D}{4}$ ⑨

设粒子在Ⅰ区和Ⅱ区做圆周运动的周期分别为 T_1、T_2，由运动学公式可得

$T_1=\frac{2\pi R_1}{v}$，$T_2=\frac{2\pi R_2}{v}$ ⑩

据题意分析，粒子两次与大圆相切的时间间隔内，运动轨迹如图乙所示，根据对称性可知，Ⅰ区两段圆弧所对圆心角相同，设为 θ_1，Ⅱ区内圆弧所对圆心角设为 θ_2，圆弧和大圆的两个切点与圆心 O 连线间的夹角设为 α，由几何关系可得



乙

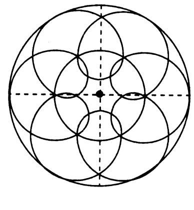
$\theta_1=120°$ ⑪

$\theta_2=180°$ ⑫

$\alpha=60°$ ⑬

粒子重复上述交替运动回到 H 点，轨迹如图丙所示，设粒子在Ⅰ区和Ⅱ区做圆周运动的时间分别为 t_1、t_2，可得

$t_1=\dfrac{360°}{\alpha}\times\dfrac{\theta_1\times 2}{360°}T_1,\ t_2=\dfrac{360°}{\alpha}\times\dfrac{\theta_2}{360°}T_2$ ⑭


丙

设粒子运动的路程为 s，

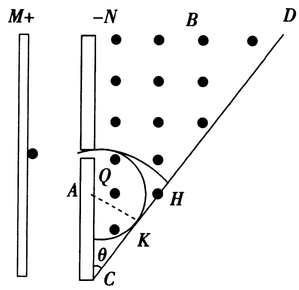
由运动学公式可得

$s=v(t_1+t_2)$ ⑮

联立⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮式可得

$s=5.5\pi D.$ ⑯

258.【答案】 (1) M、N 两板间电压取最大值时，粒子恰垂直打在 CD 板上，所以圆心在 C 点，如图所示，



$CH=QC=L$

故半径 $r_1=L$，又因为 $qv_1B=m\dfrac{v_1^2}{r_1}$

且 $qU_m=\dfrac{1}{2}mv_1^2$，所以 $U_m=\dfrac{qB^2L^2}{2m}$.

(2) 设粒子在磁场中运动的轨迹与 CD 板相切于 K 点，此轨迹的半径为 r_2，设圆心为 A，在 $\triangle AKC$ 中：$\sin 45°=\dfrac{r_2}{L-r_2}$，

解得 $r_2=(\sqrt{2}-1)L$，即 $KC=r_2=(\sqrt{2}-1)L$

所以 CD 板上可能被粒子打中的区域的长度 $s=HK$，即 $s=r_1-r_2=(2-\sqrt{2})L$.

(3) 打在 QC 间的粒子在磁场中运动的时间最长，均为半个周期，

所以 $t_m=\dfrac{T}{2}=\dfrac{\pi m}{Bq}$.

【解析】 先根据左手定则和几何知识确定出垂直打在 CD 板上时的粒子运动半径，继而根据洛伦兹力提供向心力列出公式，计算出粒子需要在电场中加速的最终速度，进而求出两板间电压最大值；当粒子恰好切过 CD 边时，为另一临界点，该切点位置可根据几何知识求得，该点与(1)中所求垂直打在 CD 边的点之间区域长度即为所求长度；打在 QC 板上的粒子均在磁场中运动了最长时间，即半个周期，根据周期公式即可求得.

259.【答案】 (1) 线框切割磁感线 $E_1=NB\dfrac{L}{2}v=0.4\ \text{V}$

$I_1=\dfrac{E_1}{R}=0.4\ \text{A}$.

(2)右边导线所受向左的安培力：$F_1 = NBI_1 \frac{L}{2} = 0.4\ \text{N}$

上边导线所受向下的安培力：$F_2 = NBI_1 L = 0.8\ \text{N}$

滑动摩擦力：$f = \mu(Mg + F_2) = 10.4\ \text{N}$

故拉力为：$F = F_1 + f = 10.8\ \text{N}$.

(3)进入过程外力所做的功：$W_1 = \bar{F}_1 L = \frac{10.4 + 10.8}{2} \times 0.4\ \text{J} = 4.24\ \text{J}$

在磁场中运动时：$E_2 = N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = N\frac{\Delta BL\frac{L}{2}}{\Delta t} = 0.2\ \text{V}$

其中$\frac{\Delta B}{\Delta t}$为图线斜率的绝对值

线框中形成顺时针电流：$I_2 = \frac{E_2}{R} = 0.2\ \text{A}$

线框上边受到向上的最大安培力为：$F_3 = NBI_2 L = 0.4\ \text{N}$

拉力做的功：$W_2 = \frac{\mu Mg + \mu(Mg - F_3)}{2} \times 2L = 7.92\ \text{J}$

3 s后无电流，拉力做功为：$W_3 = 2\mu MgL = 8\ \text{J}$

整个过程拉力所做的总功：$W = W_1 + W_2 + W_3 = (4.24 + 7.92 + 8)\ \text{J} = 20.16\ \text{J}$.

【解析】 (1)导体切割磁感线产生动生电动势，结合欧姆定律求解；

(2)导体框产生感生电动势，可由法拉第电磁感应定律求解感应电流，再求解安培力的大小. 对导体框受力分析，求解拉力的大小；

(3)全过程分解为三个小过程，分别求解. 前两个过程均为拉力均匀变化，可用平均拉力乘以距离求出拉力做功；最后一个过程，拉力不变.

260.【答案】 (1)$\frac{mv}{qB}$　逆时针　(2)$\frac{2\pi}{3}$　$\frac{(2\pi + 3\sqrt{3})m}{qB}$　(3)$\frac{\sqrt{3}-1}{2}B$

【解析】 (1)峰区内圆弧半径 $r = \frac{mv}{qB}$　①

旋转方向为逆时针.　②

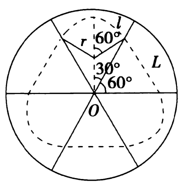
(2)由对称性，峰区内圆弧的圆心角 $\theta = \frac{2\pi}{3}$　③

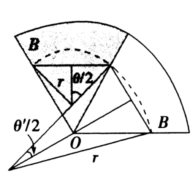
每个圆弧的长度 $l = \frac{2\pi r}{3} = \frac{2\pi mv}{3qB}$　④

每段直线长度 $L = 2r\cos\frac{\pi}{6} = \sqrt{3}r = \frac{\sqrt{3}mv}{qB}$　⑤

周期 $T = \frac{3(l + L)}{v}$　⑥

代入得 $T = \frac{(2\pi + 3\sqrt{3})m}{qB}$.　⑦





(3)谷区内的圆心角 $\theta' = 120° - 90° = 30°$ ⑧

谷区内的轨道圆弧半径 $r' = \dfrac{mv}{qB'}$ ⑨

由几何关系 $r\sin\dfrac{\theta}{2} = r'\sin\dfrac{\theta'}{2}$ ⑩

由三角关系 $\sin\dfrac{30°}{2} = \sin 15° = \dfrac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{4}$

代入得 $B' = \dfrac{\sqrt{3}-1}{2}B$.

261.【答案】 (1)$\dfrac{q^2B^2R^2}{2m}$ (2)$\dfrac{\pi BR^2 + 2BRd}{2U_0} - \dfrac{\pi m}{qB}$ (3)$d < \dfrac{\pi m U_0}{100qB^2R}$

【解析】 (1)粒子运动半径为 R 时 $qvB = m\dfrac{v^2}{R}$

且 $E_m = \dfrac{1}{2}mv^2$

解得 $E_m = \dfrac{q^2B^2R^2}{2m}$.

(2)粒子被加速 n 次达到动能 E_m,则 $E_m = nqU_0$

粒子在狭缝间做匀加速运动,设 n 次经过狭缝的总时间为 Δt

加速度 $a = \dfrac{qU_0}{md}$

匀加速直线运动 $nd = \dfrac{1}{2}a\cdot(\Delta t)^2$

由 $t_0 = (n-1)\cdot\dfrac{T}{2} + \Delta t$,解得 $t_0 = \dfrac{\pi BR^2 + 2BRd}{2U_0} - \dfrac{\pi m}{qB}$.

(3)只有在 $0\sim\left(\dfrac{T}{2} - \Delta t\right)$时间内飘入的粒子才能每次均被加速,则所占的比例为 $\eta = \dfrac{\frac{T}{2} - \Delta t}{\frac{T}{2}}$

由 $\eta > 99\%$,解得 $d < \dfrac{\pi m U_0}{100qB^2R}$.

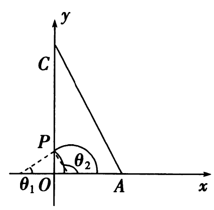
262.【答案】 (1)粒子在磁场中做匀速圆周运动,在时间 t_0 内其速度方向改变了 $90°$,故其周期 $T = 4t_0$

设磁感应强度大小为 B,粒子速度大小为 v,圆周运动的半径为 r,由洛伦兹力公式和牛顿定律可得:$qvB = m\dfrac{v^2}{r}$

匀速圆周运动速度满足:$v = \dfrac{2\pi r}{T}$

联立解得:$B = \dfrac{\pi m}{2qt_0}$.

(2)设粒子从 OA 边两个不同位置射入磁场,能从 OC 边上的同一点 P 射出磁场,粒子在磁场中运动的轨迹如图(a)所示:

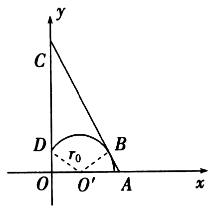


图(a)

设两轨迹所对应的圆心角分别为 θ_1 和 θ_2. 由几何关系有:$\theta_1=180°-\theta_2$

粒子两次在磁场中运动的时间分别为 t_1 与 t_2,则:$t_1+t_2=\frac{T}{2}=2t_0$.

(3)如图(b)所示:



图(b)

由题设条件可知,该粒子在磁场区域中的轨迹圆弧对应的圆心角为 150°. 设 O' 为圆弧的圆心,圆弧的半径为 r_0,圆弧与 AC 相切于 B 点,从 D 点射出磁场,由几何关系和题设条件可知,此时有 $\angle OO'D=\angle BO'A=30°$

$$r_0\cos\angle OO'D+\frac{r_0}{\cos\angle BO'A}=L$$

设粒子此次入射速度的大小为 v_0,由圆周运动规律 $v_0=\frac{2\pi r_0}{T}$

联立解得:$v_0=\frac{\sqrt{3}\pi L}{7t_0}$.

【解析】 (1)先由几何关系算出粒子圆周运动的周期,由洛伦兹力提供向心力即可计算出磁场的磁感应强度的大小.

(2)作出粒子运动的轨迹,由几何关系可知,粒子两次运动的时间之和为周期的一半,即可计算.

(3)先作出粒子的轨迹,由几何关系可列等式,即可求解.

263.【答案】 (1)设粒子在磁场中运动的速度大小为 v,所受洛伦兹力提供向心力,有

$$qvB=m\frac{v^2}{\sqrt{3}R} \quad ①$$

设粒子在电场中运动所受电场力为 F,有

$$F=qE \quad ②$$

设粒子在电场中运动的加速度为 a,根据牛顿第二定律有

$$F=ma \quad ③$$

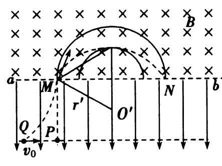
粒子在电场中做初速度为零的匀加速直线运动,有

$$v=at \quad ④$$

联立①②③④式得

$$t=\frac{\sqrt{3}RB}{E}. \quad ⑤$$

(2)粒子进入匀强磁场后做匀速圆周运动,其周期与速度、半径无关,运动时间只由粒子所通过的圆弧所对的圆心角的大小决定. 故当轨迹与内圆相切时,所用的时间最短. 设粒子在磁场中的轨迹半径为 r',由几何关系可得



$$(r'-R)^2+(\sqrt{3}R)^2=r'^2 \quad ⑥$$

设粒子进入磁场时速度方向与 ab 的夹角为 θ,即圆弧所对圆心角的一半,由几何关系知

$$\tan\theta=\frac{\sqrt{3}R}{r'-R} \quad ⑦$$

粒子从 Q 射出后在电场中做类平抛运动,在电场方向上的分运动和从 P 释放后的运动情况相同,所以粒子进入磁场时沿竖直方向的速度同样为 v. 在垂直于电场方向上的分速度始终等于 v_0,由运动的合成和分解可得

$\tan\theta=\dfrac{v}{v_0}$ ⑧

联立①⑥⑦⑧式得

$v_0=\dfrac{qBR}{m}$.

【解析】 问题求解:

(1)粒子在磁场中所受洛伦兹力提供向心力,粒子在电场中做初速度为零的匀加速直线运动,根据以上关系可以解得时间.

(2)粒子进入匀强磁场后做匀速圆周运动,其周期与速度、半径无关,运动时间只由粒子所通过的圆弧所对的圆心角的大小决定,粒子从 Q 射出后在电场中做类平抛运动,在电场方向上的分运动和从 P 释放后的运动情况相同,所以粒子进入磁场时沿竖直方向的速度同样为 v. 在垂直于电场方向上的分速度始终等于 v_0,根据以上关系可以解得速度的大小.

264.【答案】 (1)$\dfrac{9qB^2L^2}{32U_0}$ (2)$\dfrac{100U_0}{81}\leqslant U\leqslant\dfrac{16U_0}{9}$ (3)最少次数为 3 次

【解析】 (1)离子在电场中加速,$qU_0=\dfrac{1}{2}mv^2$

在磁场中做匀速圆周运动,$qvB=m\dfrac{v^2}{r_0}$

解得 $r_0=\dfrac{1}{B}\sqrt{\dfrac{2mU_0}{q}}$

代入 $r_0=\dfrac{3}{4}L$,解得 $m=\dfrac{9qB^2L^2}{32U_0}$.

(2)由(1)可知,$U=\dfrac{16U_0r^2}{9L^2}$,

离子打在 Q 点时,$r=\dfrac{5}{6}L$,得 $U=\dfrac{100U_0}{81}$

离子打在 N 点时,$r=L$,得 $U=\dfrac{16U_0}{9}$

则电压的范围 $\dfrac{100U_0}{81}\leqslant U\leqslant\dfrac{16U_0}{9}$.

(3)由(1)可知,$r\propto\sqrt{U}$

由题意可知,第 1 次调节电压到 U_1,使原本打在 Q 点的离子打在 N 点,$\dfrac{L}{\frac{5}{6}L}=\dfrac{\sqrt{U_1}}{\sqrt{U_0}}$

此时,原本半径为 r_1 的打在 Q_1 的离子打在 Q 上,$\dfrac{\frac{5}{6}L}{r_1}=\dfrac{\sqrt{U_1}}{\sqrt{U_0}}$

解得 $r_1=\left(\dfrac{5}{6}\right)^2L$

第 2 次调节电压到 U_2,原本打在 Q_1 的离子打在 N 点,原本半径为 r_2 的打在 Q_2 的离子打在 Q 上,则

$\dfrac{L}{r_1}=\dfrac{\sqrt{U_2}}{\sqrt{U_0}}$,$\dfrac{\frac{5}{6}L}{r_2}=\dfrac{\sqrt{U_2}}{\sqrt{U_0}}$,解得 $r_2=\left(\dfrac{5}{6}\right)^3L$

同理,第 n 次调节电压,有 $r_n=\left(\dfrac{5}{6}\right)^{n+1}L$

检测完整，有 $r_n \leqslant \frac{L}{2}$，解得 $n \geqslant \frac{\lg 2}{\lg\left(\frac{6}{5}\right)} - 1 \approx 2.8$

最少次数为 3 次.

考点十五　磁通量和电磁感应现象

265.【答案】 AD

【解析】 A 项，在 $t_1 \sim t_2$ 时间内，磁感应强度的斜率逐渐变大，经过导线中的电流变大，故 L 有收缩趋势，故 A 项正确.

B、C 项，在 $t_2 \sim t_3$ 时间内，磁感应强度变化率一定，经过导线中的电流不变，故 L 没有变化，没有感应电流，故 B 项错误.

D 项，在 $t_3 \sim t_4$ 时间内，磁感应强度变化率变小，经过导线中的电流变小，故 L 内有顺时针方向的感应电流，故 D 项正确.

考点十六　法拉第电磁感应定律

266.【答案】 AC

【解析】 因通电导线的磁感应强度大小正比于电流的大小，故导线框 R 中磁感应强度与时间的变化关系类似于题图(b)，感应电动势正比于磁感应强度的变化率，即题图(b)中的切线斜率，斜率的正负反映电动势的方向，斜率的绝对值反映电动势的大小. 由题图(b)可知，电流为零时，电动势最大，电流最大时电动势为零，A 正确，B 错误. 再由楞次定律可判断在一个周期内，$\frac{T}{4} \sim \frac{3T}{4}$内电动势的方向沿顺时针，$\frac{T}{2}$时刻最大，C 正确，其余时间段电动势沿逆时针方向，D 错误.

267.【答案】 D

【解析】 设线框运动的速度为 v，则线框向左匀速运动第一个$\frac{l}{2v}$的时间内，线框切割磁感线运动产生的电动势为 $E = 2Bdv$（d 为导轨间距），电流 $i = \frac{E}{R}$，回路中电流方向为顺时针；第二个$\frac{l}{2v}$的时间内，线框切割磁感线运动产生的电动势为零，电流为零；第三个$\frac{l}{2v}$的时间内，线框切割磁感线运动产生的电动势为 $E = 2Bdv$，电流 $i = \frac{E}{R}$，回路中电流方向为逆时针，所以 D 正确.

268.【答案】 B

【解析】 设 OM 的电阻为 R，过程 Ⅰ，OM 转动的过程中产生的平均感应电动势大小为 $E_1 = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t_1} = \frac{B \cdot \Delta S}{\Delta t_1} = \frac{B \cdot \frac{1}{4}\pi l^2}{\Delta t_1} = \frac{\pi B l^2}{4\Delta t_1}$，流过 OM 的电流为 $I_1 = \frac{E_1}{R} = \frac{\pi B l^2}{4R\Delta t_1}$，则流过 OM 的电荷量为 $q_1 = I_1 \cdot \Delta t = \frac{\pi B l^2}{4R}$；过程 Ⅱ，磁场的磁感应强度大小均匀增加，则该过程中产生的平均感应电动势大小为 $E_2 = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t_2} = \frac{(B' - B)S}{\Delta t_2} = \frac{(B' - B)\pi l^2}{2\Delta t_2}$，电路中的电流为 $I_2 = \frac{E_2}{R} = \frac{\pi(B' - B)l^2}{2R\Delta t_2}$，则流过 OM 的电荷量为 $q_2 = I_2 \cdot \Delta t_2 = \frac{\pi(B' - B)l^2}{2R}$；由题意知 $q_1 = q_2$，则解得 $\frac{B'}{B} = \frac{3}{2}$，B 正确，ACD 错误.

269.【答案】 BC

【解析】 A 项，当金属杆 ab 进入磁场时，根据右手定则可以判断电流方向为由 b 到 a，故 A 项错误.

B 项，当金属杆 ab 进入磁场时，产生的感应电动势为 Blv，通过金属杆 ab 的电流为 $\frac{Blv}{2R}$，金属杆做匀速直线运动，所受到的安培力与重力沿斜面向下的分力平衡，则有 $IBl = \frac{B^2 l^2 v}{2R} = mg\sin\alpha$，可得此时速度为 $v = \frac{2mgR\sin\alpha}{B^2 l^2}$，故 B 项正确.

C 项，由 B 项可知，金属杆 ab 进入磁场后产生的感应电动势为 $Blv=\frac{2mgR\sin\alpha}{Bl}$，故 C 项正确.

D 项，金属杆 cd 中有由 c 到 d 的电流，根据左手定则可知金属杆 cd 受到沿斜面向下的安培力，且金属杆 cd 的重力有沿斜面向下的分力，则金属杆 cd 对两根小柱的压力不为 0，故 D 项错误.

综上所述，本题正确答案为 BC.

270.【答案】 BC

【解析】 设某时刻金属棒的速度为 v，根据牛顿第二定律 $F-F_A=ma$，即 $F_0+kv-\frac{B^2l^2v}{R+r}=ma$，即 $F_0+\left(k-\frac{B^2l^2}{R+r}\right)v=ma$，如果 $k>\frac{B^2l^2}{R+r}$，则加速度与速度呈线性关系，且随着速度增大，加速度越来越大，即金属棒的切线斜率也越来越大，由于 $F_A=\frac{B^2l^2v}{R+r}$，F_A-t 图象运动的 $v-t$ 图象的切线斜率越来越大，感应电流 $\left(i=\frac{Blv}{R+r}\right)$、电阻两端的电压 $\left(U_R=\frac{BlRv}{R+r}\right)$ 及感应电流的功率 $\left(P=\frac{B^2l^2v^2}{R+r}\right)$ 也会随时间变化得越来越快，B 项正确；如果 $k=\frac{B^2l^2}{R+r}$，则金属棒做匀加速直线运动，电动势随时间均匀增大，感应电流、电阻两端的电压、安培力均随时间均匀增大，感应电流的功率与时间的二次方成正比，没有选项符合；如果 $k<\frac{B^2l^2}{R+r}$，则金属棒做加速度越来越小的加速运动，感应电流、电阻两端的电压、安培力均增加得越来越慢，最后恒定，感应电流的功率最后也恒定，C 项正确.

271.【答案】 (1)正极 (2)2 m/s (3)0.5 J

【解析】 (1)正极.

(2)由电磁感应定律可得 $U=E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$\Delta\Phi=\frac{1}{2}BR^2\Delta\theta$

$U=\frac{1}{2}B\omega R^2$

$v=r\omega=\frac{1}{3}\omega R$

所以 $v=\frac{2U}{3BR}=2$ m/s.

(3) $\Delta E=mgh-\frac{1}{2}mv^2$

$\Delta E=0.5$ J.

272.【答案】 (1)感应电流从 C 端流出 (2)从 D 端流入 $\frac{2nBL}{g}I$ (3) $\frac{2nBL}{g}\sqrt{\frac{P}{R}}$

【解析】 (1)由右手定则可知：感应电流从 C 端流出.

(2)设线圈受到的安培力为 F_A. 外加电流从 D 端流入.

由 $F_A=mg$ 和 $F_A=2nBIL$，得 $m=\frac{2nBL}{g}I$.

(3)设能称量的最大质量为 m_0.

由 $m=\frac{2nBL}{g}I$ 和 $P=I^2R$，得 $m_0=\frac{2nBL}{g}\sqrt{\frac{P}{R}}$.

273.【答案】 (1)根据电阻功率 $P=I^2R$

得：$I=3$ A.

(2)由法拉第电磁感应定律有 $E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

又 $\Delta\Phi=BLd$

$E=I(R+r)$

$q=I\Delta t$

解得 $q=\frac{\Delta\Phi}{R+r}$

$q=4.5$ C.

(3) $F-mg\sin\theta-BIL=ma$

$2ad=v^2$

$E=BLv$

解得 $F=2$ N.

【解析】 (1)根据 $P=I^2R$ 即可求出通过电阻 R 的电流.

(2)根据法拉第电磁感应定律得到 $E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$,根据闭合电路欧姆定律得到 $E=I(R+r)$,根据电荷量与电流的关系得到 $q=I\Delta t$,根据磁通量的定义得到 $\Delta\Phi=BLd$,然后将这些式子联立求解即可得到 $q=\frac{\Delta\Phi}{R+r}$.

(3)对于导体棒由静止开始向上做匀加速运动的过程,利用牛顿第二定律得到 $F-mg\sin\theta-BIL=ma$;导体棒切割磁感线可得到 $E=BLv$,根据欧姆定律可以得到 $I=\frac{E}{R+r}$,从而得到速度 v,根据运动学基本公式可以得到 $2ad=v^2$,即可得到加速度 a,最终可解得 $F=2$ N.

274.【答案】 (1) a 棒先从导轨上滑下,到最低点 M,由机械能守恒有 $mgr=\frac{1}{2}mv_0^2\Rightarrow v_0=\sqrt{2gr}$;$a$ 棒向 b 棒运动时,两棒和导轨构成的回路面积变小,磁通量变小,产生感应电流. a 棒受到与其运动方向相反的安培力而做减速运动,b 棒则在安培力的作用下向右做加速运动. 只要 a 棒的速度大于 b 棒的速度,回路总有感应电流,a 棒继续减速,b 棒继续加速,直到两棒速度相同后,回路面积保持不变,不产生感应电流,两棒以相同的速度做匀速运动.

从 a 棒进入水平轨道开始到两棒达到相同速度的过程中,两棒在水平方向受到的安培力总是大小相等,方向相反,所以两棒的总动量守恒.

由水平方向上动量守恒有 $mv_0=2mv_1\Rightarrow v_1=\frac{\sqrt{2gr}}{2}$;

(2)经过一段时间,b 棒离开轨道后,a 棒与电阻 R 组成回路,从 b 棒离开轨道到 a 棒离开轨道过程中 a 棒受到安培力的冲量:$I_A=\bar{I}LBt=BL\frac{\Delta\Phi}{2Rt}t=\frac{B^2L^2x}{2R}$;

由动量定理:$-I_A=mv_2-mv_1$;

联立解得:$v_2=\frac{\sqrt{2gr}}{4}$;

再由平抛运动规律得:两棒落到地面后的距离 $\Delta x=(v_1-v_2)\sqrt{\frac{2h}{g}}=\frac{\sqrt{rh}}{2}$;

(3) b 棒离开轨道前,两棒通过的电流大小总是相等,两棒产生的焦耳热相等 $Q_a=Q_b$,由能量守恒定律可知:$Q_a+Q_b=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}(2m)v_1^2\Rightarrow Q_a=Q_b=\frac{1}{4}mgr$

b 棒离开轨道后,a 棒与电阻 R 通过的电流大小总是相等,两者产生的焦耳热相等

由能量守恒定律可知:$2Q'_a=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mv_2^2\Rightarrow Q'_a=\frac{3}{32}mgr$

所以整个过程中,a 棒产生的焦耳热为 $Q=Q_a+Q'_a=\frac{11}{32}mgr$.

【解析】 问题求解：

(1)要判断出两导体棒速度稳定时的运动特点是关键；

(2)求冲量的时候用平均电流，在使用动量定理的时候要注意安培力和运动方向是相反的，所以冲量是负数；

(3)由能量守恒求解.

275.【答案】 (1)由右手定则可以判断 ab 刚向上运动时，电流由 a 流向 b，因此流过电阻 R 的电流为从 P 到 E.

(2)ab 返回时已经匀速

所以有 $mg\sin\theta = BIL = BL\dfrac{BLv}{(r+R)} = \dfrac{B^2L^2v}{(r+R)}$

故 ab 返回时速度大小为

$v = \dfrac{mg\sin\theta(r+R)}{B^2L^2}$

在 ab 从底端出发到返回底端的过程中

有 $0 - Q_{总} = \dfrac{1}{2}mv^2 - \dfrac{1}{2}mv_0^2$

所以有 $Q_{总} = \dfrac{1}{2}mv_0^2 - \dfrac{1}{2}mv^2 = \dfrac{1}{2}mv_0^2 - \dfrac{1}{2}m\dfrac{m^2g^2\sin^2\theta(R+r)^2}{B^4L^4}$

故电阻 R 上产生的焦耳热为

$Q = Q_{总} \times \dfrac{R}{R+r} = \dfrac{mR}{2(R+r)}\left[v_0^2 - \dfrac{m^2g^2\sin^2\theta(R+r)^2}{B^4L^4}\right]$.

(3)设上升过程中的用时为 t_1，下滑过程中的用时为 t_2

对上升过程运用动量定理有 $0 - mgt_1\sin\theta - \int BL\dfrac{BLv(t)}{(R+r)}dt = 0 - mv_0$

故 $mv_0 - \dfrac{B^2L^2}{(r+R)}\int v(t)\,dt = mgt_1\sin\theta$

$t_1 = \dfrac{1}{mg\sin\theta}[mv_0 - \dfrac{B^2L^2}{(r+R)}\int v(t)\,dt]$

同理得到 $t_2 = \dfrac{1}{mg\sin\theta}[mv + \dfrac{B^2L^2}{(r+R)}\int v'(t)\,dt]$

所以 $t = t_1 + t_2 = \dfrac{1}{mg\sin\theta}(mv_0 + mv) = \dfrac{1}{g\sin\theta}[v_0 + \dfrac{mg\sin\theta(r+R)}{B^2L^2}]$.

【解析】 问题求解：

(1)由右手定则判断电流方向.

(2)通过受力平衡和能量守恒定律来求解.

(3)通过动量定理来求解.

276.【答案】 (1)0.04 V (2)0.04 N $i = (t-1)$ A (1 s≤t≤1.2 s)

【解析】 (1)正方形磁场的面积为 S，则 $S = \dfrac{L^2}{2} = 0.08\ \text{m}^2$. 在棒进入磁场前，回路中的感应电动势是由于磁场的变化而产生的. 由 $B-t$ 图象可知 $\dfrac{\Delta B}{\Delta t} = 0.5$ T/s，根据 $E = n\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}$，得回路中的感应电动势 $E = \dfrac{\Delta B}{\Delta t}S = 0.5 \times 0.08$ V $= 0.04$ V.

(2)当导体棒通过 bd 位置时感应电动势、感应电流最大，导体棒受到的安培力最大. 此时感应电动势

$E' = BLv = 0.5 \times 0.4 \times 1\ \text{V} = 0.2\ \text{V}$

回路中感应电流 $I' = \dfrac{E'}{R} = \dfrac{0.2}{1}\ \text{A} = 0.2\ \text{A}$

导体棒受到的安培力 $F = BI'L = 0.5 \times 0.2 \times 0.4\ \text{N} = 0.04\ \text{N}$

当导体棒通过三角形 abd 区域时，导体棒切割磁感线的有效长度 $l=2v(t-1)\text{ m}\ (1\text{ s}\leqslant t\leqslant 1.2\text{ s})$

感应电动势 $e=Blv=2Bv^2(t-1)=(t-1)\text{ V}$

感应电流 $i=\dfrac{e}{R}=(t-1)\text{ A}\ (1\text{ s}\leqslant t\leqslant 1.2\text{ s})$.

277.【答案】 (1)$6\times10^3\ \Omega$ (2)$4\times10^{-2}\text{ V}$ (3)$8\times10^{-8}\text{ J}$

【解析】 (1)由电阻定律可得 $R=\rho\dfrac{2\pi r}{A}$，代入数据得 $R\approx6\times10^3\ \Omega$.

(2)感应电动势 $E=\dfrac{\Delta B\cdot\pi r^2}{\Delta t}$，代入数据得 $E\approx4\times10^{-2}\text{ V}$.

(3)由焦耳定律可得 $Q=\dfrac{E^2}{R}\Delta t$，代入数据得 $Q=8\times10^{-8}\text{ J}$.

考点十七　楞次定律

278.【答案】 AD

【解析】 由电路可知，开关闭合瞬间，右侧线圈环绕部分的电流向下，由安培定则可知，直导线在铁芯中产生向右的磁场，由楞次定律可知，左侧线圈环绕部分产生向上的电流，则直导线中的电流方向由南向北，由安培定则可知，直导线在小磁针所在位置产生垂直纸面向里的磁场，则小磁针的 N 极朝垂直纸面向里的方向转动，A 正确；开关闭合并保持一段时间后，穿过左侧线圈的磁通量不变，则左侧线圈中的感应电流为零，直导线不产生磁场，则小磁针静止不动，BC 错误；开关闭合并保持一段时间再断开后的瞬间，穿过左侧线圈向右的磁通量减少，则由楞次定律可知，左侧线圈环绕部分产生向下的感应电流，则流过直导线的电流方向由北向南，直导线在小磁针所在处产生垂直纸面向外的磁场，则小磁针的 N 极朝垂直纸面向外的方向转动，D 正确.

279.【答案】 C

【解析】 小磁块下落过程中，在铜管 P 中产生感应电流，小磁块受到向上的磁场力，不做自由落体运动，而在塑料管 Q 中只受到重力，在 Q 中做自由落体运动，故选项 A 错误；根据功能关系可知，在 P 中下落时，小磁块机械能减少，在 Q 中下落时，小磁块机械能守恒，故选项 B 错误；在 P 中加速度较小，下落时间较长，选项 C 正确；由于在 P 中下落时要克服磁场力做功，机械能有损失，所以落至底部时在 P 中的速度比在 Q 中的小，选项 D 错误.

考点十八　自感　涡流

280.【答案】 D

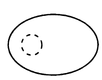
【解析】 A 项，小磁块在铜管中下落过程，根据电磁感应定律，铜管中产生涡流，小磁块受到的电磁力阻碍小磁块的下落，不是自由落体运动，故 A 项错误.

B 项，P 中小磁块的部分机械能转化为铜管中产生涡流的焦耳热，机械能不守恒，故 B 项错误.

C 项，由于 P 中的小磁块受到的电磁力会阻碍小磁块的下落，所以下落时间比在 Q 中长，故 C 项错误.

D 项，根据动能定理，在 P 中重力势能一部分转化为了电热能，在 Q 中重力势能全部转化成动能，所以落至底部前瞬间，Q 中的速度更大，故 D 项正确. 综上所述，本题正确答案为 D.

281.【答案】 AB



【解析】 当圆盘转动时，圆盘的半径切割磁针产生的磁场的磁感线，产生感应电动势，选项 A 正确；如图所示，铜圆盘上存在许多小的闭合回路，当圆盘转动时，穿过小的闭合回路的磁通量发生变化，回路中产生感应电流，根据楞次定律，感应电流阻碍其相对运动，但抗拒不了相对运动，故磁针会随圆盘一起转动，但略有滞后，选项 B 正确；在圆盘转动过程中，磁针的磁场穿过整个圆盘的磁通量始终为零，选项 C 错误；圆盘中的自由电子随圆盘一起运动形成的电流的磁场方向沿圆盘轴线方向，会使磁针沿轴线方向偏转，选项 D 错误.

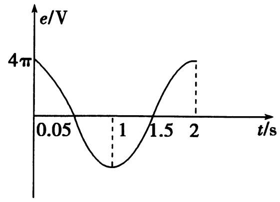
考点十九　交变电流及其图象

282.【答案】 D

【解析】 根据焦耳定律知热量与方波中的电流方向的变化无关,故 $Q_方=\frac{u_0^2}{R}T$;而正弦交流电电压的有效值等于峰值的$\frac{1}{\sqrt{2}}$,故 $Q_正=\frac{(\frac{u_0}{\sqrt{2}})^2}{R}T=\frac{1}{2}\cdot\frac{u_0^2}{R}T$,所以$\frac{Q_方}{Q_正}=\frac{2}{1}$,D 正确.

283.【答案】 AD

【解析】 $t=0$ 时,磁通量为零,磁感线与线圈平面平行,A 正确;当磁感线与线圈平面平行时,磁通量变化率最大,感应电动势最大,画出感应电动势随时间变化的图象如图所示,由图可知,$t=1$ s 时,感应电流没有改变方向,B 错误;$t=1.5$ s 时,感应电动势为 0,C 错误;感应电动势最大值 $E_m=NBS\omega=N\Phi_m\frac{2\pi}{T}=100\times0.04\times\frac{2\pi}{2}(\text{V})=4\pi(\text{V})$,有效值 $E=\frac{\sqrt{2}}{2}\times4\pi(\text{V})=2\sqrt{2}\pi(\text{V})$,$Q=\frac{E^2}{R}T=8\pi^2(\text{J})$,D 正确.



考点二十　正弦交变电流的函数表达式

284.【答案】 C

【解析】 根据 $P=\frac{U^2}{R}$,对直流电有 $P=\frac{(10\ \text{V})^2}{R}$,对正弦式交流电有$\frac{P}{2}=\frac{U'^2}{R}$,所以正弦式交流电的有效值为 $U'=\sqrt{\frac{PR}{2}}=\frac{10}{\sqrt{2}}$ V,故交流电源输出电压的最大值 $U'_m=\sqrt{2}U'=10$ V,故选项 C 正确,选项 A、B、D 错误.

285.【答案】 D

【解析】 A 项,由图可知,该正弦交流电的周期为 $T=4\times10^{-2}$ s,根据 $T=\frac{1}{f}$,解得 $f=25$ Hz,故 A 项错误. B 项,有效值等于其最大值(幅值)的$\frac{1}{\sqrt{2}}$,所以交流电压的有效值为$\frac{100}{\sqrt{2}}$ V,故 B 项错误. C 项,角速度 $\omega=2\pi f$,所以 $\omega=50\pi$,所以表达式为:$e=100\sin 50\pi t$,故 C 项错误. D 项,耐压值是电容电极之间能够承受的瞬时电压的最大值,该交流电的最大值为 100 V,故不可以直接加在耐压值为 80 V 的电容器两端,故 D 项正确. 综上所述,本题正确答案为 D.

286.【答案】 C

【解析】 A 项,0 ~ $\frac{\pi}{2\omega}$时间内,逆时针方向的匀速圆周运动会使磁通量减少,根据楞次定律,会产生顺时针方向的感应电流,故 A 项错误. B 项,线圈匝数 $n=1$,感应电动势的表达式为 $u=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=nBS\omega\sin\omega t=B\pi r^2\omega\sin\omega t$,所以在 $t=\frac{\pi}{2\omega}$时刻,电动势为 $B\pi r^2\omega$,故 B 项错误. C 项,由感应电动势的表达式可知电流的瞬时值为 $i=\frac{u}{R}=\frac{B\pi r^2\omega}{R}\sin\omega t$,故 C 项正确. D 项,电动势的有效值 u'为$\frac{B\pi r^2\omega}{\sqrt{2}}$,焦耳热为 $Q=\frac{u'^2}{R}T=\frac{u'^2}{R}\cdot\frac{2\pi}{\omega}=\frac{B^2\pi^3r^4\omega}{R}$,故 D 项错误. 综上所述,本题正确答案为 C.

287.【答案】 BD

【解析】 A 项,由图乙可知原线圈有效电压为 220 V,由$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$可知电压表示数为44 V,故 A 项错误.

B 项,由图乙易知,最高电压为 311 V,周期为 2×10^{-2} s,电压表达式为 $u=311\sin 100\pi t$(V),故 B 项正确.

C 项,增大电压的频率,但电压大小不变,故 C 项错误.

D 项,增大电压的频率,电压大小不变,D_1 亮度不变,而与 D_2 串联的电感线圈通低频阻高频,所以 D_2 变暗,故 D 项正确. 综上所述,本题正确答案为 BD.

考点二十一　理想变压器与远距离输电

288.【答案】 B

【解析】 根据原、副线圈电压关系 $U_2=220\ \text{V}\times\frac{1\ 900}{1\ 100}=380\ \text{V}$,输入功率等于输出功率 2.0 kW,则原线圈电流 $I_1=\frac{2\ \text{kW}}{220\ \text{V}}=9.1$ A,故 B 项正确. 综上所述,本题正确答案为 B.

289.【答案】 BD

【解析】 变压器的变压比$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$,其中 U_1、U_2 是变压器原、副线圈两端的电压. $U_1=U_{ab}$,由于二极管的单向导电特性,$U_{cd}\neq U_2$,选项 A 错误. 增大负载电阻 R 的阻值,负载的电功率减小,由于 $P_{入}=P_{出}$,且 $P_{入}=I_1U_{ab}$,所以原线圈上的电流 I_1 减小,即电流表的读数变小,选项 B 正确. c、d 端的电压由输入电压 U_{ab}决定,负载电阻 R 的阻值变小时,U_{cd}不变,选项 C 错误. 根据变压器上的能量关系有 $E_{输入}=E_{输出}$,在一个周期 T 的时间内,二极管未短路时有 $U_{ab}I_1T=\frac{U^2}{R}\cdot\frac{T}{2}+0$($U$ 为副线圈两端的电压),二极管短路时有 $U_{ab}I_2T=\frac{U^2}{R}T$,由以上两式得 $I_2=2I_1$,选项 D 正确.

290.【答案】 CD

【解析】 A 项,因为升压变压器输出电压只与发电厂的输出电压存在比例关系,而发电厂的输出电压不变,所以升压变压器的输出电压也不变,故 A 项错误.

B 项,若输送功率增大,输出电压不变,则输出电流增大,又由变压器原、副线圈的电流关系可知输电线流过电流也增大,所以输电线上的电压降增大,降压变压器的输入、输出电压均减小,故 B 项错误.

C 项,因为输电线流过电流增大,而其电阻不变,所以由 $P=I^2R$ 可知输电线上损耗的功率增大,故 C 项正确.

D 项,设升压变压器输出电压为 U_0;输电线电流 I_1,电阻 R;则总功率为 I_1U_0,输电线上的损耗为 I_1^2R,所以损耗的功率占总功率的比例为$\frac{I_1^2R}{I_1U_0}=\frac{I_1R}{U_0}$,因为 U_0 和 R 都不变,所以比例增大,故 D 项正确. 综上所述,本题正确答案为 CD.

291.【答案】 B

【解析】 A、B 项,L_1 正常发光,所以原线圈里电流为额定电流 I,L_2、L_3 正常发光说明副线圈里的电流也为 I,所以原、副线圈匝数之比为 1 : 1,故 A 项错误,B 项正确.

C 项,开关 S 闭合后,L_3 被短路,那么副线圈只剩下一个灯泡,原线圈也有一个灯泡,所以在原线圈上 L_1 和变压器分压相等,即 $\frac{U}{2}$,所以 L_1 和 L_2 功率之比为 1 : 1,故 C 项错误.

D 项,当电路中三个灯泡均正常工作时,有 $U=IR+2IR$,得到灯泡正常发光时的工作电压 $U_{额}=\frac{U}{3}$,开关 S 闭合后,L_3 被短路,所以 L_3 不发光,而 L_1、L_2 两端电压为 $\frac{U}{2}$,所以也不能正常发光,故 D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 B.

292.【答案】 B

【解析】 交流发电机产生的感应电动势最大值 $E_m=NBS\omega$,且有 $\omega=2\pi n$,所以当发电机线圈转速减半后,感应电动势最大值减半,有效值减半,又理想变压器原、副线圈电压有效值之比等于原、副线圈匝数比,故电压表示数减为

原来的一半,B 项正确;由电功率 $P=\frac{U^2}{R}$可知,变压器输出功率即 R 消耗的功率变为原来的$\frac{1}{4}$,A 项错误;由 $P=UI$ 可知,原线圈中电流减为原来的一半,C 项错误;交流电的频率与发电机线圈转动角速度成正比,故 D 项错误.

293.【答案】 C

【解析】 升压变压器 T 的原线圈两端电压的有效值为 $U_1=\frac{U_m}{\sqrt{2}}$;由变压关系可得 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$,则 $U_2=\frac{n_2U_m}{\sqrt{2}n_1}$;因为输送电功率为 P,输电线中的电流为 $I_2=\frac{P}{U_2}=\frac{\sqrt{2}n_1P}{n_2U_m}$,则输电线上损失的电功率为 $\Delta P=I_2^2(2r)=\frac{4n_1^2P^2r}{n_2^2U_m^2}$,故选项 C 正确.

294.【答案】 AD

【解析】 因为两灯泡额定电压相同且均正常发光,且输入电压为灯泡额定电压的 10 倍,所以理想变压器的输入、输出电压比为 9∶1,由理想变压器变压规律可知,原、副线圈的匝数比为 9∶1,A 项正确,B 项错误;由理想变压器变流规律可知,原、副线圈的电流比为 1∶9,由电功率 $P=UI$ 可知,a 和 b 的电功率之比为 1∶9,C 项错误,D 项正确.

295.【答案】 A

【解析】 由于在 AB 间接入的是正弦交流电,副线圈二极管 D_1、D_2 轮流导通. 从题意可知,副线圈的二分之一匝数被接入,即电阻 R 两端的电压为半个副线圈两端的电压,由于二极管的特点,该电路中,电阻在交流电的整个周期都有电流流入,整个周期线圈都对电阻做功,因此该电阻电路等效为原、副线圈匝数比为 $n_{11}∶n_{22}=1\ 100∶100=11∶1$ 的理想变压器,所以由 $n_{11}∶n_{22}=U_{11}∶U_{22}$,原线圈电压的有效值 $U_{11}=\frac{311}{\sqrt{2}}\ \text{V}=220\ \text{V}$,则副线圈的电阻两端的有效值 $U_{22}=20\ \text{V}$,纯电阻的功率 $P=\frac{U_{22}^2}{R}=\frac{20^2}{20}\ \text{W}=20\ \text{W}$. 导通二极管两端的电压可以忽略不计,不导通二极管两端的电压为整个副线圈两端的电压,此时 $n_2'=n_2=200$,由 $n_1∶n_2=11∶2$ 得二极管两端的电压有效值为 $U_2=40\ \text{V}$,所以二极管的反向耐压值至少为 $U_0=\sqrt{2}U_2=40\sqrt{2}\ \text{V}\approx56.6\ \text{V}$,故 A 项正确.

综上所述,本题正确答案为 A.

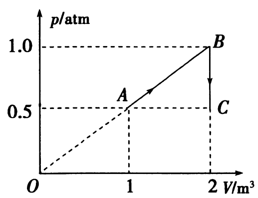
第三章　热　学

考点一　分子动理论

296.【答案】 (1)D

(2)①由理想气体的状态方程$\frac{p_AV_A}{T_A}=\frac{p_BV_B}{T_B}$

得气体在状态 B 的温度 $T_B=\frac{p_BV_BT_A}{p_AV_A}=1\ 200\ \text{K}$.



②由状态 $B\to C$,气体做等容变化,由查理定律可得$\frac{p_B}{T_B}=\frac{p_C}{T_C}$,$T_C=\frac{p_C}{p_B}T_B=600\ \text{K}$

故气体由状态 B 到状态 C 不做功,但温度降低,内能减小. 根据热力学第一定律,$\Delta U=W+Q$,可知气体要放热.

【解析】 (1)A 项,被分子撞击的悬浮微粒做无规则运动的现象叫做布朗运动. 布朗运动指的是微粒的无规则运动而不是固体颗粒分子的无规则运动,故 A 项错误.

B 项，热力学第二定律可以表述为：不可能从单一热源吸热使之完全转换为有用功而不产生其他影响，故 B 项错误.

C 项，知道某物质的摩尔质量和物质分子质量可求出阿伏伽德罗常数，由摩尔质量和密度不能求得阿伏伽德罗常数，故 C 项错误.

D 项，物体中所有分子的热运动动能与分子势能的总和叫做物体的内能. 分子势能与分子数不确定，所以分子热运动的平均动能不确定，所以分子热运动的平均动能可以相同，故 D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 D.

(2)①由 A、B 两点的理想气体状态方程，可以求得气体在状态 B 的温度.

②由状态 $B\to C$，气体做等容变化，由查理定律求得气体在状态 C 的温度，由热力学第一定律可得，气体放热.

297.【答案】 (1)ABCD

(2)①设开始时汽缸内气体的压强为 p_1，悬挂时汽缸内气体的压强为 p_2

开始时对活塞受力分析可得 $p_0S+mg=p_1S$

悬挂时对汽缸受力分析可得 $p_2S+Mg=p_0S$

据题意得 $p_1V_1=p_2V_2$

其中 $V_1=SH$，$V_2=S(H+h)$

联立以上各式解得 $M=\dfrac{p_0Sh-mgH}{g(H+h)}$.

②设环境温度变为 T，气体的体积 $V_3=S\dfrac{H}{2}$

悬挂后据题意得 $\dfrac{V_2}{T_0}=\dfrac{V_3}{T}$

代入上式解得 $T=\dfrac{HT_0}{2(H+h)}$

由于 $T<T_0$，故环境温度降低

$\Delta T=T_0-T=\dfrac{H+2h}{2(H+h)}T_0$.

【解析】 问题求解：

(1)选项分析：

A 项，布朗运动是固体小颗粒的运动，不是液体分子的无规则热运动，故 A 项错误.

B 项，扩散现象的本质是分子的运动，故 B 项错误.

C 项，熬制小米粥时，米粒在沸腾的水中运动是水的对流引起的，不属于布朗运动，故 C 项错误.

D 项，当温度低于零度时，布朗运动只会减慢，不会停止，故 D 项错误.

E 项，温度越高，扩散进行的越快，布朗运动越剧烈，故 E 项正确.

综上所述，本题正确答案为 ABCD.

(2)开始时对活塞进行受力分析，悬挂时对汽缸进行受力分析，并列出相应的式子，判断缸内气体发生等温变化，根据玻意耳定律列出式子，带入数据即解得结果；判断缸内气体发生等压变化，根据盖－吕萨克定律列出相应的式子，求出变化后的温度，并与原来的温度比较，相减得出结果.

考点二　温度是分子平均动能的标志　内能

298.【答案】 (1)BDE

(2)①当气体温度变化时，其压强不变，令 $T_2=\dfrac{1}{2}T_1$，有 $\dfrac{lS}{T_1}=\dfrac{l_1S}{T_2}$

解得：$l_1=\dfrac{l}{2}$.

②当玻璃管竖直时，气体压强为 p_1，对水银柱有 $p_1S=p_0S+mg$

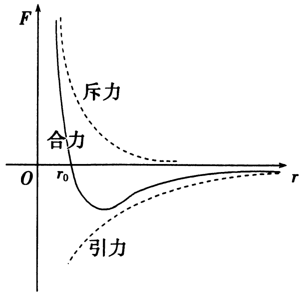
当玻璃管水平运动时，气体压强为 p_2，对水银柱由 $p_2S-p_0S=ma$

对气体有 $p_1 \cdot lS = p_2 \cdot l_2 S$

联立解得：$l_2 = \dfrac{(mg + p_0 S)l}{ma + p_0 S}$.

【解析】 (1) A 项，悬浮颗粒受到液体分子不均匀的撞击从而做无规则运动，即为布朗运动，所以布朗运动是悬浮颗粒的运动，故 A 项错误.

B 项，分子间作用力与距离关系如图所示，



当分子间斥力和引力大小相等时，分子势能最小，故 B 项正确.

C 项，0 ℃的水和 0 ℃的冰，温度相同，说明分子动能相同，而体积不同，说明分子势能不相等，即内能不相等，故 C 项错误.

D 项，热量不可能自发地从低温物体传到高温物体，但在外界影响下，热量可以从低温物体传到高温物体，如电冰箱等，故 D 项正确.

E 项，一切自然过程总是沿着分子热运动的无序性增大的方向进行，故 E 项正确.

综上所述，本题正确答案为 BDE.

(2) ①气体发生等压变化时，根据盖－吕萨克定律求末态气柱长度.

②先求出初末态的封闭气体压强，发生等温变化，再求出稳定后的气柱长度.

299.【答案】 (1) D

(2) ①等压变化 $\dfrac{T_1}{T_2} = \dfrac{V_1}{V_2}$，$\dfrac{300}{T_2} = \dfrac{20}{30}$，$T_2 = 450\ \text{K}$，$t_2 = 177\ ℃$.

②设加入 x cm 水银柱，在 87 ℃会报警.

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

$x = 8$ cm.

【解析】 (1) A、B 项，绳子的摩擦产生热量，外界对管内气体传热而不是做功，故 A、B 项错误.

C、D 项，外界对管内气体传热，气体的温度升高，内能增加，平均动能变大，故 C 项错误，D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 D.

(2) ①根据等压变化公式即可求解，注意热力学温度与摄氏度之间的转换.

②根据公式 $\dfrac{p_1 V_1}{T_1} = \dfrac{p_3 V_3}{T_3}$，$p_1$ 代表 27 ℃时空气柱的压强，V_1 代表空气柱的体积，T_1 代表温度；同理 p_3 代表 87 ℃下的压强，V_3 代表空气柱的体积，T_3 代表温度，将压强转化为水银柱的高度，体积转化为空气柱的长度，设再注入水银柱长度为 x，列出方程 $\dfrac{(75+13)\times 20}{300} = \dfrac{(75+13+x)(30-x)}{360}$，求出 $x = 8$ cm.

考点三　固体的微观结构　晶体和非晶体

300.【答案】 (1) BDE

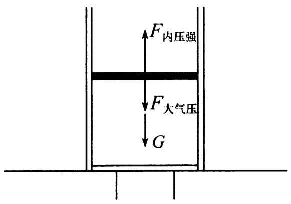
(2) ①对 a 有 $p_0 S + G = p_B S$

对 b 有 $p_B S = p_A S + G$

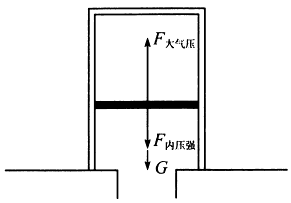
所以 $p_A = p_0, p_B = 2p_0$
所以该过程中 A 中的气体为等压膨胀
$\Delta U = Q - p_0 Sh$;
②对于 B 中的气体而言
$p_B V_B = p'_B V'_B, 2p_0 S \times 2h = p'_B S \times h$
所以 $p'_B = 4p_0$
对 b 有 $p'_B S = p'_A S + G, p'_A = 3p_0$
所以 $\frac{p_0 S \times 2h}{T_0} = \frac{p'_A S \times 4h}{T}$
故 $T = 6T_0$.
【解析】 问题求解:
(1)A 项,质量和温度都相同的气体,内能不一定相同,还和气体的种类有关,故 A 项错误. B 项,由热力学第二定律可知,热量不可能自发地从低温物体传到高温物体,故 B 项正确. C 项,布朗运动是指悬浮在液体中的颗粒所做的无规则的运动,它间接反映了液体分子的无规则运动,故 C 项错误. D 项,根据是否有固定的熔点,可以把固体分为晶体和非晶体两类,晶体具有各向异性,所以有些晶体在不同方向上有不同的光学性质,故 D 项正确. E 项,把一枚针轻放在水面上,它会浮在水面,其中浮力很小,可以忽略不计,所以一定是水表面存在表面张力的缘故才使其能浮在水面上,故 E 项正确. 综上所述,本题正确答案为 BDE.
(2)①先求出 A 中气体的压强,根据计算结果可知 A 中的气体为等压膨胀,进而可以求出该过程中 A 的内能变化量.
②先求出 B 中气体的压强,进而再求出 A 中气体的压强,最后根据公式 $\frac{p_0 S \times 2h}{T_0} = \frac{p'_A S \times 4h}{T}$ 求出此时 A 的温度.

考点四　液体的表面张力现象

301.【答案】 (1)BCE



(2)①根据题意,当气柱长度为 10 cm 时,活塞受力如图所示:
记内部压强为 p_1,大气压强为 p_0,所以这种情况下有:$p_1 = p_0 + \frac{G}{S}$
当汽缸倒置时,气柱长度为 20 cm,活塞受力如图所示:



记内部压强为 p_2,所以这种情况下有:$p_0 = p_2 + \frac{G}{S}$;
再根据理想气体物态方程:$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$,联立三个式子可以得出:$p_0 = 1.0 \times 10^5$ Pa;
②温度升高,内能增加;气体体积增加,气体对外界做功. 根据热力学第一定律:$\Delta U + A = Q$,其中因为内能是增加的,所以 $\Delta U > 0$;因为气体对外做功,所以 $A > 0$;综上所述,气体所吸收的热量 $Q > 0$,所以气体吸热.
【解析】 问题求解:
(1)A 项,分子间距离增大时,分子间的作用力不一定减小,也可能增大,与分子力表现为引力和斥力有关,故 A 项错误.
B 项,一个铜原子的质量为 $m = \frac{M}{N_A}$,而密度为 ρ,所以体积为 $\frac{M}{\rho N_A}$,故 B 项正确.
C 项,水分子体积远小于雨伞布空隙的大小,雨水之所以没有渗透就是因为液体表面张力使得雨滴表面水分子不易分离,故 C 项正确.
D 项,晶体是内部结构对称且各向异性,对于宏观形状没有要求,故 D 项错误.
E 项,理想气体等压膨胀压强不变,体积变大,所以气体对外做功,气体吸热,故 E 项正确.
综上所述,本题正确答案为 BCE.
(2)①根据理想气体物态方程求解
②根据热力学第一定律分析可得.

考点五　气体实验定律

302.【答案】（1）BDE　（2）见解析

【解析】（1）由理想气体状态方程$\frac{p_aV_a}{T_a}=\frac{p_bV_b}{T_b}$可知，$p_b>p_a$，即过程①中气体的压强逐渐增大，选项 A 错误；由于过程②中气体体积增大，所以过程②中气体对外做功，选项 B 正确；过程④中气体体积不变，气体对外做功为零，温度降低，内能减小，根据热力学第一定律，过程④中气体放出热量，选项 C 错误；由于状态 c、d 的温度相等，理想气体的内能只与温度有关，可知状态 c、d 的内能相等，选项 D 正确；由理想气体状态方程$\frac{p_dV_d}{T_d}=\frac{p_bV_b}{T_b}$并结合题图可知，状态 d 的压强比状态 b 的压强小，选项 E 正确.

（2）设活塞再次平衡后，活塞上方气体的体积为 V_1，压强为 p_1；下方气体的体积为 V_2，压强为 p_2. 在活塞下移的过程中，活塞上、下方气体的温度均保持不变，由玻意耳定律得

$$p_0\frac{V}{2}=p_1V_1 \qquad ①$$

$$p_0\frac{V}{2}=p_2V_2 \qquad ②$$

由已知条件得

$$V_1=\frac{V}{2}+\frac{V}{6}-\frac{V}{8}=\frac{13}{24}V \qquad ③$$

$$V_2=\frac{V}{2}-\frac{V}{6}=\frac{V}{3} \qquad ④$$

设活塞上方液体的质量为 m，由力的平衡条件得

$$p_2S=p_1S+mg \qquad ⑤$$

联立以上各式得

$$m=\frac{15p_0S}{26g}. \qquad ⑥$$

303.【答案】（1）BDE　（2）见解析

【解析】（1）实际气体的内能包括气体分子间相互作用的势能和分子热运动的动能，当气体体积变化时影响的是气体的分子势能，内能可能不变，所以 B、D、E 正确，A、C 错误.

（2）开始时活塞位于 a 处，加热后，汽缸中的气体先经历等容过程，直至活塞开始运动. 设此时汽缸中气体的温度为 T_1，压强为 p_1，根据查理定律有

$$\frac{p_0}{T_0}=\frac{p_1}{T_1} \qquad ①$$

根据力的平衡条件有

$$p_1S=p_0S+mg \qquad ②$$

联立①②式可得

$$T_1=\left(1+\frac{mg}{p_0S}\right)T_0 \qquad ③$$

此后，汽缸中的气体经历等压过程，直至活塞刚好到达 b 处，设此时汽缸中气体的温度为 T_2；活塞位于 a 处和 b 处时气体的体积分别为 V_1 和 V_2. 根据盖 - 吕萨克定律有

$$\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2} \qquad ④$$

式中

$$V_1=SH \qquad ⑤$$

$$V_2=S(H+h) \qquad ⑥$$

联立③④⑤⑥式解得

$T_2=(1+\frac{h}{H})(1+\frac{mg}{p_0S})T_0$ ⑦

从开始加热到活塞到达 b 处的过程中，汽缸中的气体对外做的功为

$W=(p_0S+mg)h$ ⑧

304.【答案】 (1)CDE (2)见解析

【解析】 (1)温度相同的气体分子平均动能相同，仅质量相同，分子质量不同的气体，所含分子数不同，气体的动能也不同，所以内能不一定相同，A 项错误；气体的内能与整体运动的机械能无关，B 项错误；理想气体等温压缩过程中，其内能不变，C 项正确；理想气体不考虑分子间相互作用力，分子势能为零，一定量的气体，分子数量一定，温度相同时分子平均动能相同，由于内能是所有分子热运动的动能与分子势能的总和，所以 D 项正确；由盖－吕萨克定律可知，一定量的理想气体，等压膨胀过程中，温度一定升高，则其内能一定增加，E 项正确.

(2)设初始时，右管中空气柱的压强为 p_1，长度为 l_1；左管中空气柱的压强为 $p_2=p_0$，长度为 l_2. 活塞被下推 h 后，右管中空气柱的压强为 p'_1，长度为 l'_1；左管中空气柱的压强为 p'_2，长度为 l'_2. 以 cmHg 为压强单位. 由题给条件得 $p_1=p_0+(20.0-5.00)\text{cmHg}$ ①

$l'_1=\left(20.0-\frac{20.0-5.00}{2}\right)\text{cm}$ ②

由玻意耳定律可得 $p_1l_1=p'_1l'_1$ ③

联立①②③式和题给条件可得 $p'_1=144\ \text{cmHg}$ ④

依题意 $p'_2=p'_1$ ⑤

$l'_2=4.00\ \text{cm}+\frac{20.0-5.00}{2}\ \text{cm}-h$ ⑥

由玻意耳定律可得 $p_2l_2=p'_2l'_2$ ⑦

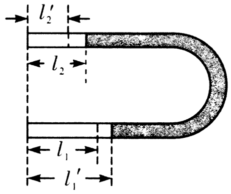
联立④⑤⑥⑦式和题给条件可得 $h=9.42\ \text{cm}$. ⑧

考点六 理想气体

305.【答案】 (1)BCD (2)见解析

【解析】 (1)一定量的理想气体从 a 到 b 的过程，由理想气体状态方程 $\frac{p_aV_a}{T_a}=\frac{p_bV_b}{T_b}$ 可知，$T_b>T_a$，即气体的温度一直升高，选项 A 错误；根据理想气体的内能只与温度有关，可知气体的内能一直增加，选项 B 正确；由于从 a 到 b 的过程中气体的体积增大，所以气体一直对外做功，选项 C 正确；根据热力学第一定律，从 a 到 b 的过程中，气体一直从外界吸热，选项 D 正确；气体吸收的热量一部分增加内能，一部分对外做功，选项 E 错误.

(2)设 U 形管两端竖直朝上时，左、右两边气体的压强分别为 p_1 和 p_1. U 形管水平放置时，两边气体压强相等，设为 p，此时原左、右两边气柱长度分别变为 l'_1 和 l'_2. 由力的平衡条件有



$p_1=p_2+\rho g(l_1-l_2)$ ①

式中 ρ 为水银密度，g 为重力加速度大小

由玻意耳定律有

$p_1l_1=pl'_1$ ②

$p_2l_2 = pl'_2$ ③

两边气柱长度的变化量大小相等

$l'_1 - l_1 = l_2 - l'_2$ ④

由①②③④式和题给条件得

$l'_1 = 22.5\ \text{cm}$ ⑤

$l'_2 = 7.5\ \text{cm}.$ ⑥

306.【答案】 (1)BCD (2)①330 K ②$1.01\times10^5$ Pa

【解析】 (1)将一块晶体敲碎后,得到的小颗粒仍是晶体,故选项A错误.单晶体具有各向异性,有些单晶体沿不同方向上的光学性质不同,故选项B正确.例如金刚石和石墨由同种元素构成,但由于原子的排列方式不同而成为不同的晶体,故选项C正确.晶体与非晶体在一定条件下可以相互转化.如天然水晶是晶体,熔融过的水晶(即石英玻璃)是非晶体,也有些非晶体在一定条件下可转化为晶体,故选项D正确.熔化过程中,晶体的温度不变,但内能改变,故选项E错误.

(2)①设初始时气体体积为 V_1,在大活塞与大圆筒底部刚接触时,缸内封闭气体的体积为 V_2,温度为 T_2.由题给条件可得

$V_1 = S_1\left(\frac{l}{2}\right) + S_2\left(l - \frac{l}{2}\right)$ ①

$V_2 = S_2 l$ ②

在活塞缓慢下移的过程中,用 p_1 表示缸内气体的压强,由力的平衡条件可得

$S_1(p_1 - p) = m_1g + m_2g + S_2(p_1 - p)$ ③

故缸内气体的压强不变.由盖-吕萨克定律有$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ ④

联立①②④式并代入题给数据可得

$T_2 = 330\ \text{K}.$ ⑤

②在大活塞与大圆筒底部刚接触时,被封闭气体的压强为 p_1.在此后与汽缸外大气达到热平衡的过程中,被封闭气体的体积不变.设达到热平衡时被封闭气体的压强为 p',由查理定律有

$\frac{p'}{T} = \frac{p_1}{T_2}$ ⑥

联立③⑤⑥式并代入题给数据可得

$p' = 1.01\times10^5\ \text{Pa}.$

考点七 热力学第一定律

307.【答案】 (1)D

(2)设活塞在 B 处时被封闭气体的压强为 p,$p_0S + mg = pS$,解得 $p = p_0 + \frac{mg}{S}$

由玻意耳定律$\frac{1}{2}p_0V_0 = pV$

得气体体积 $V = \frac{p_0V_0S}{2(p_0S + mg)}$.

【解析】 (1)A、C项,物体内能的增量 ΔU 等于外界对物体做的功 W 和物体吸收的热量 Q 的总和,为了增加物体的内能,还可以对物体做功;而压缩气体同时,气体对外放热,气体的内能可能减小,故A、C项错误.

B项,功是可以全部转化为内能的,比如摩擦生热,根据热力学第二定律,不可能从单一热源吸收热量并把内能全部转化成机械能,同时不引起其他变化,故B项错误.

D 项,根据热力学第三定律可知绝对零度是不可能达到的,故 D 项正确.

综上所述,本题正确答案为 D.

(2)以活塞在 B 处时为研究对象,列出活塞的平衡表达式,解出封闭气体的压强,最后运用玻意耳定律求出气体的体积.

308.【答案】 (1)CDE (2)见解析

【解析】 (1)温度相同的气体分子平均动能相同,仅质量相同,分子质量不同的气体,所含分子数不同,气体的动能也不同,所以内能不一定相同,A 项错误;气体的内能与整体运动的机械能无关,B 项错误;理想气体等温压缩过程中,其内能不变,C 项正确;理想气体不考虑分子间相互作用力,分子势能为零,一定量的气体,分子数量一定,温度相同时分子平均动能相同,由于内能是所有分子热运动的动能与分子势能的总和,所以 D 项正确;由盖-吕萨克定律可知,一定量的理想气体,等压膨胀过程中,温度一定升高,则其内能一定增加,E 项正确.

(2)设初始时,右管中空气柱的压强为 p_1,长度为 l_1;左管中空气柱的压强为 $p_2=p_0$,长度为 l_2. 活塞被下推 h 后,右管中空气柱的压强为 p'_1,长度为 l'_1;左管中空气柱的压强为 p'_2,长度为 l'_2. 以 cmHg 为压强单位. 由题给条件得 $p_1=p_0+(20.0-5.00)\text{cmHg}$ ①

$l'_1=\left(20.0-\dfrac{20.0-5.00}{2}\right)\text{cm}$ ②

由玻意耳定律可得 $p_1l_1=p'_1l'_1$ ③

联立①②③式和题给条件可得 $p'_1=144\ \text{cmHg}$ ④

依题意 $p'_2=p'_1$ ⑤

$l'_2=4.00\ \text{cm}+\dfrac{20.0-5.00}{2}\ \text{cm}-h$ ⑥

由玻意耳定律可得 $p_2l_2=p'_2l'_2$ ⑦

联立④⑤⑥⑦式和题给条件可得 $h=9.42\ \text{cm}$. ⑧

第四章 光学 声学 相对论 物理常识

考点一 光 学

309.【答案】 (1)$\sqrt{3}$ 大于 (2)见解析

【解析】 (1)根据题述和题图可知,折射角 $i=60°$,入射角 $r=30°$,由折射定律可得,玻璃对红光的折射率 $n=\dfrac{\sin i}{\sin r}=\sqrt{3}$. 若改用蓝光沿同一路径入射,由于玻璃对蓝光的折射率大于玻璃对红光的折射率,则光线在 D 点射出时的折射角大于 60°.

(2)(ⅰ)由图(a)可以看出,该波的波长为

$\lambda=36\ \text{cm}$ ①

由图(b)可以看出,周期为

$T=2\ \text{s}$ ②

波速为 $v=\dfrac{\lambda}{T}=18\ \text{cm/s}$ ③

由图(b)知,当 $t=\dfrac{1}{3}$ s 时,Q 点向上运动,结合图(a)可得,波沿 x 轴负方向传播.

(ⅱ)设质点 P、Q 平衡位置的 x 坐标分别为 x_P、x_Q. 由图(a)知,$x=0$ 处 $y=-\dfrac{A}{2}=A\sin(-30°)$,

因此 $x_P=\dfrac{30°}{360°}\lambda=3\ \text{cm}$ ④

由图(b)知,在 $t=0$ 时 Q 点处于平衡位置,经 $\Delta t=\frac{1}{3}$ s,其振动状态向 x 轴负方向传播至 P 点处,由此及③式有

$x_Q-x_P=v\Delta t=6$ cm ⑤

由④⑤式得,质点 Q 的平衡位置的 x 坐标为

$x_Q=9$ cm. ⑥

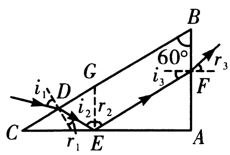
310.【答案】 (1)365 $\frac{245}{17}$ (2)见解析

【解析】 (1)设声波在钢铁中的传播时间为 t_1、传播速度为 v_1,在空气中的传播时间为 t_2、传播速度为 v_2,桥长为 l,则 $l=v_1t_1=v_2t_2$,而 $t_2-t_1=1.00$ s,代入数据解得 $l\approx365$ m. 又 $\lambda=\frac{v}{f}$,声波频率不变,所以$\frac{\lambda_{钢}}{\lambda_{空}}=\frac{v_1}{v_2}$,得 $\lambda_{钢}=\frac{v_1}{v_2}\lambda_{空}=\frac{245}{17}\lambda$.

(2)(i)光线在 BC 面上折射,由折射定律有

$\sin i_1=n\sin r_1$ ①

式中,n 为棱镜的折射率,i_1 和 r_1 分别是该光线在 BC 面上的入射角和折射角. 光线在 AC 面上发生全反射,由反射定律有



$i_2=r_2$ ②

式中 i_2 和 r_2 分别是该光线在 AC 面上的入射角和反射角

光线在 AB 面上发生折射,由折射定律有

$n\sin i_3=\sin r_3$ ③

式中 i_3 和 r_3 分别是该光线在 AB 面上的入射角和折射角

由几何关系得

$i_2=r_2=60°, r_1=i_3=30°$ ④

F 点的出射光相对于 D 点的入射光的偏角为

$\delta=(r_1-i_1)+(180°-i_2-r_2)+(r_3-i_3)$ ⑤

由①②③④⑤式得

$\delta=60°$. ⑥

(ii)光线在 AC 面上发生全反射,光线在 AB 面上不发生全反射,有 $n\sin i_2\geqslant n\sin C>n\sin i_3$ ⑦

式中 C 是全反射临界角,满足

$n\sin C=1$ ⑧

由④⑦⑧式知,棱镜的折射率 n 的取值范围应为

$\frac{2\sqrt{3}}{3}\leqslant n<2$. ⑨

考点二 声 学

311.【答案】 C

【解析】 首先要注意,本题是两个质点的振动图象,并不是波的图象. 若波向 x 轴正向传播,则这两点之间的距离满足 1 cm $=\left(\frac{1}{4}+n\right)\lambda$,即 $\lambda=\frac{1}{\frac{1}{4}+n}$ cm,其中 n 为正整数,波速 $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{1}{4n+1}$ cm/s. 若波向 x 轴负方向传播,则这

两点之间的距离满足 $1\ \text{cm}=\left(\frac{3}{4}+n\right)\lambda$，即 $\lambda=\frac{1}{\frac{3}{4}+n}\ \text{cm}$，波速 $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{1}{4n+3}\ \text{cm/s}$. 对于 C 项，当 $n=1$ 时，波速为 $1\ \text{cm/s}$. 而 A、B、D 项则找不到对应的正整数 n. 故 C 项正确.

综上所述，本题正确答案为 C.

312.【答案】 D

【解析】 A、B 项，根据单摆运动周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$，可知单摆运动的周期与摆长和重力加速度有关，与振幅无关，所以 $T_1:T_2=1:1$，故 A、B 项错误.

C、D 项，图(2)和图(3)中，两次木板运动的路程相同，又由上面的分析可知两次过程单摆的摆动周期相同. 所以图(3)用时 t_2 和图(2)用时 t_1 的关系为 $t_2=2t_1$，根据 $v=\frac{s}{t}$，可得 $v_1:v_2=2:1$，故 C 项错误，D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 D.

313.【答案】 CD

【解析】 A 项，两个振子的运动周期不同，所以肯定不是相同的两个弹簧振子，故 A 项错误.

B 项，由于不知道两个弹簧振子的劲度系数 k，所以无法判断回复力最大值之比，故 B 项错误.

C 项，由图可以看出，甲位于最大位移处时，乙均位于平衡位置处，即振子甲速度为零时，振子乙速度最大，故 C 项正确.

D 项，由图可知，甲、乙的周期之比为 2∶1，频率之比为周期之比的倒数，故 D 项正确.

综上所述，本题正确答案为 CD.

314.【答案】 C

【解析】 A 项，质点的振动频率 $f=\frac{1}{T}$，等于 0.25 Hz，故 A 项错误.

B 项，该时刻质点的振动方向向上，故 B 项错误.

C 项，第 10 s 内经过的路程为 $(2\times4\times2+2\times2)\ \text{cm}=20\ \text{cm}$，故 C 项正确.

D 项，在这两个时刻质点的位移大小相同，方向相反，故 D 项错误.

综上所述，本题正确答案为 C.

315.【答案】 C

【解析】 A 项，质点做简谐运动的振幅是最大位移的绝对值为 5 cm，故 A 项错误.

B 项，根据公式 $T=\frac{2\pi}{\omega}$ 可知，运动的周期为 8 s，故 B 项错误.

C 项，质点在平衡位置处速度最大，在 4 s 时质点位于平衡位置处，速度最大，故 C 项正确.

D 项，此时质点位于平衡位置处，加速度为 0，故 D 项错误.

综上所述，本题正确答案为 C.

316.【答案】 C

【解析】 A 项，若位移为负值时，当物体远离平衡位置时，速度为负值，而当物体靠近平衡位置时，速度为正值；加速度方向与位移方向总是相反，若位移为负值，加速度一定为正值，故 A 项错误.

B 项，物体通过平衡位置时，回复力为零，但受到的合外力不一定为零，如单摆做简谐运动经过平衡位置时，合外力不为零，故 B 项错误.

C 项，物体每次通过同一位置时，位移一定，所以回复力一定相同，加速度相同，但是速度大小相等，方向不一定相同，故 C 项正确.

D 项，物体的位移增大时，回复力增大，回复力方向与速度方向相反，回复力做负功，所以动能减少，势能增加，故 D 项错误.

综上所述，本题正确答案为 C.

317.【答案】 AB

【解析】 A 项,当这两个位置靠近最大位移处时,且 t_1 时刻速度方向指向平衡位置时,则有 (t_2-t_1) 可以大于 $\frac{T}{4}$,故 A 项正确.

B 项,当这两个位置靠近平衡位置附近,且 t_1 时刻速度方向指向平衡位置时,则有 (t_2-t_1) 可以小于 $\frac{T}{4}$,故 B 项正确.

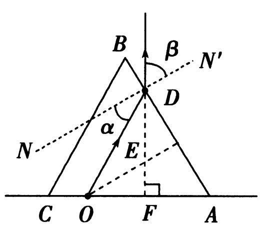
C、D 项,当这位置靠近平衡位置附近,且 t_1 时刻速度方向指向最大位置时,则有 (t_2-t_1) 可能大于 $\frac{T}{2}$,也可能小于 $\frac{T}{2}$,由于两个时刻的速度相同,(t_2-t_1) 不可能等于 $\frac{T}{2}$,故 C、D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 AB.

318.【答案】 (1)ACE (2)见解析

【解析】 (1)根据波形图可知,波长 $\lambda=16\ \text{cm}=0.16\ \text{m}$,选项 B 错误;根据 $t=0$ 时刻和 $t=0.20\ \text{s}$ 时刻的波形图和该波的周期 $T>0.20\ \text{s}$ 可知,该波的周期 $T=0.40\ \text{s}$,波速 $v=\frac{\lambda}{T}=0.40\ \text{m/s}$,选项 A 正确;简谐波沿 x 轴正方向传播,$x=0.08\ \text{m}$ 的质点在 $t=0$ 时刻沿 y 轴正方向振动,在 $t=0.70\ \text{s}$ 时位于波谷,在 $t=0.12\ \text{s}$ 时位于 $y>0$ 的某位置(不是位于波谷),选项 C 正确,D 错误;若此波传入另一介质中,周期 T 不变,其波速变为 $v'=0.80\ \text{m/s}$,由 $\lambda'=v'T$ 可得它在该介质中的波长为 $\lambda'=0.80\times0.4\ \text{m}=0.32\ \text{m}$,选项 E 正确.

(2)过 D 点作 AB 边的法线 NN',连接 OD,则 $\angle ODN=\alpha$ 为 O 点发出的光线在 D 点的入射角;设该光线在 D 点的折射角为 β,如图所示. 根据折射定律有



$n\sin\alpha=\sin\beta$ ①

式中 n 为三棱镜的折射率

由几何关系可知 $\beta=60°$ ②

$\angle EOF=30°$ ③

在 $\triangle OEF$ 中有 $EF=OE\sin\angle EOF$ ④

由③④式和题给条件得 $OE=2\ \text{cm}$ ⑤

根据题给条件可知,$\triangle OED$ 为等腰三角形,有

$\alpha=30°$ ⑥

由①②⑥式得 $n=\sqrt{3}$. ⑦

319.【答案】 (1)ABC (2)见解析

【解析】 (1)电磁波在真空中的传播速度为 $3\times10^8\ \text{m/s}$,与电磁波的频率无关,A 项正确;周期性变化的电场产生周期性变化的磁场,周期性变化的磁场又产生周期性变化的电场,它们相互激发向周围传播,就形成了电磁波,B 项正确;电磁波是横波,因此其电场强度和磁感应强度均与传播方向垂直,C 项正确;光是电磁波,利用光纤对光的全反射可以传播信息,D 项错误;波源的电磁振荡停止后,已发出的电磁波不会立即消失,还要继续传播一段时间,E 项错误.

(2)①设振动周期为 T,由于质点 A 在 0 到 1 s 内由最大位移处第一次回到平衡位置,经历的是 $\frac{1}{4}$ 个周期,由此可知

$T=4\ \text{s}$ ①

由于质点 O 与 A 的距离 5 cm 小于半个波长,且波沿 x 轴正向传播,O 在 $t=\frac{1}{3}\ \text{s}$ 时回到平衡位置,而 A 在 $t=1\ \text{s}$ 时回到平衡位置,时间相差 $\frac{2}{3}$ s. 两质点平衡位置的距离除以传播时间,可得波的速度 $v=7.5\ \text{cm/s}$ ②

利用波长、波速和周期的关系得,简谐波的波长 $\lambda=30$ cm. ③

②设质点 O 的位移随时间变化的关系为

$$y=A\cos\left(\frac{2\pi t}{T}+\varphi_0\right)$$ ④

将①式及题给条件代入上式可得

$$\begin{cases}4=A\cos\varphi_0\\0=A\cos\left(\frac{\pi}{6}+\varphi_0\right)\end{cases}$$ ⑤

解得 $\varphi_0=\frac{\pi}{3}$,$A=8$ cm ⑥

质点 O 的位移随时间变化的关系式为

$y=0.08\cos\left(\frac{\pi t}{2}+\frac{\pi}{3}\right)$(国际单位制)

或 $y=0.08\cdot\sin\left(\frac{\pi t}{2}+\frac{5\pi}{6}\right)$(国际单位制). ⑦

考点三　相对论及原子物理

320.【答案】 A

【解析】 H_α 的波长最长,频率最低,由跃迁规律可知,它对应的前后能级之差最小,A 项正确;由频率越低的光的折射率越小知,B 项错误;由折射率 $n=\frac{c}{v}$可知,在同一介质中,H_α 的传播速度最大,C 项错误;当入射光频率大于金属的极限频率可以使该金属发生光电效应现象,因 $\nu_{H\beta}<\nu_{H\gamma}$,所以 H_β 不一定能使该金属发生光电效应现象,D 项错误.

321.【答案】 B

【解析】 根据爱因斯坦光电效应方程 $E_k=h\nu-W_0=h\frac{c}{\lambda}-h\nu_0$,代入数据解得 $\nu_0\approx8\times10^{14}$ Hz,B 正确.

考点四　物理常识

322.【答案】 A

【解析】 根据实验:斜面粗糙程度不同,小球上升的高度不同,粗糙程度越低,小球上升的高度越高. 如果斜面光滑,小球没有能量损失,将上升到与 O 点等高的位置,故 A 项正确. 本实验没有不受力的情况,无法得出:如果小球不受力,小球将保持匀速运动状态或静止状态,故 B 项错误. 根据三次实验结果,无法得到小球运动状态将改变的结论,故 C 项错误. 小球受力一定,质量越大,加速度越小是牛顿第二定律的结论,与本实验无关,故 D 项错误.

综上所述,本题正确答案为 A.